

大 學 叢 書

氣 候 與 文 化

鄭 子 政 編 撰

臺 灣 商 務 印 書 館 發 行

自序

近年自工業經濟起飛，氣象學與工業發展的關係益臻密切。憶及民國四十二年冬，臺灣省交通處前處長侯公甦民曾以美國『工程新聞紀錄』(Engineering News Record)雜誌一種相示，並論及氣象科學發展與工業工程研究相結合的新趨勢。編者因即彙譯該雜誌中『天氣與工程建設』一文，茲見於拙著『氣象與交通』一書中。今侯公已謝世多年，對諸故人誠令懷念無已！民國五十五年六月六日編者卸去臺灣省氣象行政事務，隱居林下。乃承陽明山華崗中國文化學院張董事長曉峯暨建築系盧主任于正邀約擔任『建築氣象』課程。查當前氣象科學與建築工程攸關的論著，均散見於各種雜誌刊物中，尙屬缺乏專書。編者因此以英國白魯克(C. E. P. Brooks)所著『氣候與日常生活』(Climate In Everyday Life)與美國翁隆寧(J. E. Aronin)所著『氣候與建築』(Climate and Architecture)二書爲骨幹，並參照其他有關書籍而輯爲此書。深感囿於見聞，遺珠難免，但求補正於來茲。五十五年十一月十二日爲國父孫中山先生百年晉一誕辰，陽明山中山樓舉行落成典禮。總統蔣公躬親主持並創導中華文化復興運動，針對大陸共匪文化大革命狂潮，以中華文化爲復興建國的基礎。建築爲現代文化的花朵，亦爲歷史文化的果實。因以最末一章題目『氣候與文化』爲本書命名。建築與氣象的關係，非常廣泛，實不能以一地域爲限。是故建築設計或都市設計必須有世界氣候的概念，始能因地制宜。故本書以建築氣象爲其上編，而以世界氣候爲其下編。且附以世界各地氣象紀錄摘要，以供建築設計上的參考。且有插圖六十

四幅，及附表五十有三。本書不僅可作爲『建築氣象』課程，在教學上的教本，且可供建築設計與工業發展業務上的參考。亦爲『氣象與人生』問題研讀的書籍。

中華民國五十八年二月江蘇吳縣鄭子政序於臺灣臺北寓所

氣候與文化目錄

自序

第一編 建築氣象

- 第一章 建築的氣象背景……………一一二
- 第二章 房屋與工廠位置及設計對於氣象的關係……………一三七〇
- 第三章 氣候與物料的損壞……………七一—八四
- 第四章 空氣的污染……………八五—九五
- 第五章 氣象的災變……………九六一—一二二
- 第六章 氣候的控制……………一二三一—一三六
- 第七章 變更天氣性能研究的傾向……………一三七—一五六
- 第八章 氣候的經濟學……………一五七—一九四
- 第二編 世界氣候
- 第九章 歐、亞、澳、紐的溫帶氣候……………一九五—二二〇
- 第十章 美國溫帶氣候……………二二一—二三七

第十一章	夏雨的副熱帶氣候·····	二三八—二六三
第十二章	熱帶氣候·····	二六四—二七〇
第十三章	沙漠山岳與極地氣候·····	二七一—二八八
第十四章	氣候與文化·····	二八九—三〇二
附 錄		
附錄一	引用單位換算標準·····	三〇三
附錄二	不同氣溫的濕度變化·····	三〇四
附錄三	世界各地每日平均日照時數·····	三〇五—三一三
附錄四	世界各地氣象紀錄摘要·····	三一四—三三八
附錄五	本書重要參考書籍目錄·····	三三九

附圖次序內容及頁數表

次序

內

容

頁數

一	太陽短波入射與地面長波出射熱量平衡	一四
二	耗竭係數與高度變化的關係	一八
三	日射譜波長之能量分佈	一九
四	直接日射強度變化與高度之關係	二二
五	於平均日距晴天海平面直接日射強度	二二
六	日射對於建築物的入射角方位角與方位	二三
七	直接輻射與天空輻射差比之變化與高度關係	二四
八	於太陽高度九十度而在晴天時直接輻射與天空輻射變化對於高度的關係	二五
九	都市空氣中直接輻射能量典型值分佈	二六
十	都市空氣中天空輻射能量典型值分佈	二六
十一	太陽高度與方位圖解	三四
十二	路面與路旁氣溫差別	四八
十三	建築物對於溫度與濕度環境之影響	四八

- 十四 露臺與草地表面氣溫比較……………四九
- 十五 草地與樹木對於氣溫調節之影……………四九
- 十六 森林區氣溫日變化小於空曠間氣溫度數比較……………五〇
- 十七 鐵道路堤與凝霜位置……………五〇
- 十八 山谷夜間輻射冷卻形態與低溫分佈……………五〇
- 十九 普那夜間氣溫逆增層形成狀態……………五一
- 二十 安大略湖對於鄰近地區氣溫之影響……………五一
- 二十(甲) 濃密森林環境一般於晝夜間氣溫垂直剖面……………五二
- 二十一 蒙特利爾冬季地面凝霜深度……………五九
- 二十二 美國新英格蘭古老建築的型式……………六三
- 二十三 渦流結構說明……………六五
- 二十四 曝曬日光下地面可能最高溫度分佈……………七二
- 二十五 寇烏氣象臺測量浮游不潔物質的日變化……………九二
- 二十六 推測二年一次每時最大降雨量分佈……………九八
- 二十七 推測二年一次二十四小時最大降雨量分佈……………九八
- 二十八 雷雨雲塊與地面正負電子分佈……………一〇七
- 二十九 梯閃狀態……………一〇七

三十	估計地面閃電發生次數分佈	一一一
三十一	龍捲風之形態	一一二
三十二	熱帶風暴與龍捲發生地域分佈	一一七
三十三	生活環境舒適與危險帶	一二九
三十四	積雲發展的初期	一四〇
三十五	積雲發展旺盛期	一四〇
三十六	積雲發展極盛期	一四一
三十七	積雲發展結束時期	一四二
三十八	避雷針各種裝置法	一四三
三十九	防護錐體比例	一四五
四十	埋蓋導體佈置方法地下避雷針	一四五
四十一	油槽天線與地線防護佈置	一四五
四十二	避雷針頂端不同的型式	一四六
四十三	菓園增溫前後比較與菓樹間周流	一四九
四十四	在森林空隙與疎植森林間氣流動態	一五二
四十五	風速吹向與吹離防風牆的關係	一五三
四十六	颶風布拉發展過程及其經過播種後變化	一五五

四十七	颶風布拉播種前後風速變化	一五五
四十八	世界氣候的類型	一六〇
四十九	世界各地一月平均氣溫分佈	一六三
五十	世界各地七月平均氣溫分佈	一六三
五十一	世界各地一月平均濕球溫度分佈	一六四
五十二	世界各地七月平均濕球溫度分佈	一六四
五十三	在不同平均風速風車發動時間與產生電力百分比比較曲線	一七二
五十四	美國浮芒省風力發電塔	一七四
五十五	歐、亞、美三洲低地積雪月數分佈	一八〇
五十六	歐洲主要氣候區域	二〇四
五十七	澳洲年平均雨量分佈	二一四
五十八	紐西蘭年平均雨量分佈	二一七
五十九	北美洲年平均雨量分佈	二二二
六十	亞洲各地年平均雨量分佈	二三九
六十一	南非各地年平均雨量分佈	二五六
六十二	南極洲主要氣象觀測站地理位置	二八〇
六十三	一九五八年六月南極洲冬季地面氣溫分佈	二八二

附表次序及頁數表

次序	內 容	頁 數
一	夜間輻射強度的變化	二〇
二	世界各地以垂直日射強度表測量直接日射強度最高值表	二一
三	太陽入射不同高度經過一單位氣層厚度地面所受輻射量表	二七
四	太陽赤緯與高度表	二八
五	在不同方向壁面所受日平均直接輻射量表	三〇
六	時差訂正表	三三
七	世界各地每日平均日照時數比較	四三
八	各緯度平均日長（日出至日落）時數	五四
九	曙光時間之長短	五五
十	中國各地霜、雪日數	五八
十一	降雨強度分級表	六一
十二	雨點直徑與降落速度關係	六二
十三	各緯度平均氣溫	七二

- 十四 各種顏色溫度對於黑色日射溫度與蔭處最高溫度差的百分比……………七五
- 十五 臺灣各地各月日照時數……………八八
- 十六 英格蘭各地空氣污染情形調查……………八九
- 十七 不同長短時間最大降雨率……………九六
- 十八 不等時間最大降雨量與其次數發生頻率……………九九
- 十九 雹粒下降速率與其直徑及重量關係……………一〇五
- 二十 地面陣風風速與高度之關係……………一一六
- 二十一 近五十年來世界各地熱帶氣旋發生次數分佈……………一一八
- 二十二 有效溫度與氣溫及濕度的關係……………一二七
- 二十三 夜間長短與氣溫低降及相對濕度關係……………一五一
- 二十四 氣溫與濕度舒適標準的最高極限……………一六二
- 二十五 濕球溫度隨高度的變化……………一六五
- 二十六 風速變化與高度的關係……………一七一
- 二十七 平均風速在每時八至三十英里時佔全年及冬夏總時數的百分比……………一七三
- 二十八 英國各公路上積雪日數……………一八一
- 二十九 新英格蘭各地積雪週數(七日)與深度及高度關係……………一八二

三十	各地不同日期平均積雪深度·····	一八三
三十一	港灣平均封凍與凍解日期·····	一九〇
三十二	不列顛的乾旱時期·····	一九九
三十三	季節天氣變化循環的日期與頻率·····	二〇二
三十四	澳洲各地逐月雨量分佈·····	二一五
三十五	紐西蘭各地年平均月雨量·····	二一九
三十六	北美東部平均氣溫分佈·····	二二五
三十七	舊金山各月平均與最高氣溫·····	二三六
三十八	印度的氣候·····	二四二
三十九	日本東、西、南各沿岸雨量分佈·····	二四八
四十	西非各地區月平均降雨量分佈·····	二四九
四十一	開羅與喀土木月平均絕對與最高溫及相對濕度·····	二五一
四十二	南非各地平均月雨量·····	二五四
四十三	沙林克路斯逐月平均雨量與日平均最高氣溫·····	二五七
四十四	氣壓及空氣密度低減與高度的關係·····	二七六
四十五	秘魯南部各地年平均氣溫及其高度·····	二七七

四十六	南極洲部份氣象觀測站地理位置·····	二八一
四十七	南極洲各地月平均氣溫分佈·····	二八四
四十八	南極各站降水量分佈·····	二八七
四十九	戰前一九二六年至一九三五年世界各國人口死亡率·····	二九八
五十	近年臺灣人口出生率與死亡率比較表·····	二九九
五十一	臺灣平均兒童就學比率·····	三〇〇
五十二	臺灣自民國四十年至五十七年間歷年國民所得·····	三〇一
五十三	民國五十四年世界各國每年平均每人所得比較表·····	三〇一

氣候與文化

鄭子政編撰

第一編 建築氣象

第一章 建築的氣象背景

氣候的影響交織於人類生活的環境中，管制了人類的生活與習慣。人類的生活有動有靜，動的戶外生活與靜的室內生活均屬於不能須臾離去的氣象環境。建築家靜觀自然的需要而潛默的設計於一地的建築中。深遠而博大氣候的影響轉而化爲人類的睿智與建築家的精藝。因此建築學家於氣候學早已神智滙通。建築家的設計必須考慮深遠到戶內戶外，甚而至於太空居所，使人類得適合的居住氣候。先民對於氣候的經驗已早潛藏於建築設計中，建築的形式與位置皆可體會認識。而近時廣泛或精微的氣候知識更接引於現代都市與建築設計。十六世紀英國哲學家裴耿 (Bacon) 曾說：『住宅以安居重於外觀，若能兼顧內外，乃屬完美。建築的形式深受氣候的影響，由於建築冶科學與藝術於一爐，亦爲羣衆生活的所繫。試以北美阿拉斯加州愛斯基摩 (Eskimos) 人的建築以體會其所受氣候上的影響。愛斯基摩人生活於冰天雪地的環境中，其生活居處多受自然條件的限制。皮爾秘 (J. W. Bilby) 在其所著：『荒外的愛斯基摩人』 (Among Unknown Eskimo) 中敘述頗多。愛斯基摩人多羣居於圓頂雪屋 (Igloos) 中

。雪屋比鄰相接，前圍短牆。此種堅實避風的住宅，內燃原始的油爐，溫暖一室，合家歡居。亦有雪屋連接，其間甬道相通。門前設一屏障物，並以幔(Okkotar or Screen)當門。其入口(Sukso or Porch)即為內外交通的廳舍。雪屋大門的位置，多與其地盛行風向相平行。此點顯然配合氣候上的條件。惟其如此在背風面可免遭積雪的壓屋，而在迎風面可避去冽風的搏擊。愛斯基摩人的雪屋曾注意到對於光的需求，而疏忽於空氣流通的問題。在雪屋圓頂上面向臥鋪位置，啓一方孔。然後補綴一層已經半融解的積雪，再經四邊壓緊，灑澆以水，數分鐘後，即成為透明的冰窗。雪屋內部的結構，在建築完成之後，每亦需要泥水修葺的工作，使冰磚的漏隙可以彌補完整，而達其完整避風的目的。其方法即在雪屋中燃點油燈，室內溫度增高，四壁雪磚表面融化。待燈火熄滅，溫度低減，四壁裂隙盡閉，堅實光滑，而地上亦因灑水，光如雪石，堅若水泥。於北極地區在地面無雪的月份，愛斯基摩人即徙居於海豹與流木搭架的蓬帳裏(Tupik or Tent)。由於暗色獸皮在睡眠期間可以阻止北極夜半日光的射入，侵擾好夢，亦可避免降雨的淋濕。據麥奇爾大學(McGill University)社會學教授傅蓋德(Fred Vogel)稱：在加拿大的麥更齊河(Mackenzie R.)流域與阿拉斯加的愛斯基摩人建築若干木質半地下的(Semi-Subterranean)建築物用以防風力的影響。臺灣蘭嶼(紅頭嶼)阿美族的建築物，亦屬半地下的，因在蘭嶼冬夏的平均風力均甚旺盛。阿美族尚設計一種茅屋的涼亭，以適應炎熱氣候的環境。在這些原始的建築物，均充分的反應對於氣候的影響。在北美洲的原始民族除愛斯基摩人外尚有紅種人(Indians)。他們的建築物亦可以觀察得所受制自然氣候的影響。在美國南部沿墨西哥灣的弗里達州一部分的沼澤地區(

Florida Everglades) 面積約四百一十二平方英里，居住着一部份墨斯霍金部落紅種人 (Muskogean Indians) 其住屋每留若干平方英尺可移動的樹皮空間。其建築多作塊形，而四周暢開，以通空氣。麥考來 (Mac Cauley) 敘述十九世紀末葉紅人住屋長度有十六英尺，寬度九英尺。形式恰比露臺，僅離地約三英尺，屋面覆蓋棕櫚葉片。屋脊柱高十二英尺，而屋檐離地約七尺。整屋僅使用八竿棕櫚樹挺，亦不加修整，細綑即成，屋面屋椽，均以棕櫚樹葉爲之。四周暢空，不再分隔小屋。顯然適應潮濕氣候的環境。至於在美國西北部的紅人部落在休倫湖 (Lake Huron) 中島上，因在風暴天氣時候，塵烟困擾使人不能忍受，因此紅人在所豎篷帳帷幔留出樹皮遮住缺口，並在帳頂裝置活動氣窗可隨風啓動，使帳內烟霧得以散去。此類紅人部落 (Sioux) 帳篷都以水牛皮縫製，堅實防風。篷帳前留一出入口，但另以牛皮爲門遮蓋。土人語稱『鐵比』 (Tipi)，蓋即「屏風」之誼，帳門常面東向。

歐洲白人移殖北美洲大陸初期，其建築設計亦同樣的受氣候環境的限制。據修女瑪麗 (Venerable Mère Marie de l'Incarnation) 於一六四一年間寫信給她的友人，敘述她的生活情況，可以窺其一般。她說：『此地房屋建築材料有石、有木、亦有樹皮爲之，但是我們的建築是純石質的，長九十二英尺，寬二十八英尺。也是在加拿大最完美而最偉大的建築物，因此在此的教堂亦僅有十七英尺寬廣。也許你覺得這建築嫌過狹小。但由於氣候的嚴寒不容我們增大空間。火爐在房屋的末端，使宿舍與庵室皆得生暖。隔間均用松木，取其易暖。我們的臥鋪都屬木質，緊閉如同菜櫥。……在冬季紅人皆離開其石室徙居至森林中木屋內，以避嚴寒』。鄧冷闕 (Ramsey Traquair) 所著『魁北克 (Quebec) 舊式的建築

『The Old Architecture of Quebec』一書中曾敘述魁北克的牆，多採用沖積石而以三合土黏合。這種牆的厚度常在二至四英尺，其穩定性須視建築情形而定。這種牆頗能保護室內溫度，每在夏季涼爽，冬季溫暖。但在加拿大冬季，倘此類石牆常曝露霜雪中時溶時凝，三合土每易於剝落，在牆的內部每透潮濕，而終將鬆潰。一般防止方法即在東向與北向牆外加以木版，使石牆乾燥而免於受霜雪侵蝕。在魁北克地方農村建築上現在另一方向的發展為採用深檐設計，而在已往舊式農村建築都採用淺檐型式。此顯然屬於近年建築的趨向而非中世紀法國建築的影響。魁北克地方富有日光的氣候。建築為適應氣候要求，屋檐因而伸出蔭護堅牆。一般伸出廊檐深達四英尺。此種設計對於多有積雪地方理想的建築型式，殊不相符。因積雪的重量與屋檐的坡度有密切的關係。建築家裴德生 (C. E. Peterson) 設想此類游廊或陽台 (Verandahs or Piazzas) 係由美國路易西安那州 (Louisiana) 與西印度羣島引入。因此類游廊顯著的屬於乾燥而多日照氣候地區建築的型式。此類游廊可以夏蔽日曬，冬避飄雪。魁北克冬季飛雪數月，每能積雪深度達三、四英尺。因此房屋設計宜鄰接街衢，而地板離地高度三、四英尺。房屋前後每有走廊或在門前有平台，引入內室。此種加拿大法國型式的建築設計，防雪走廊與伸出遮陽的廊檐在氣候環境之下，自易於混合為現代建築的設計。鄧冷閣曾以當地臘望公園 (Parc Laval) 的學校建築前面有一寬濶的平台及在奧楷 (Oka) 的學校建築前有敝大的廊檐與防雪平台及踏步，舉為典型建築的例證。閔能 (Horace Miner) 係在聖壇尼 (St. Denis) 的一位牧師敘述魁北克的農村建築說：『房屋設計多求適應於冬季嚴寒的氣候。屋脊皆隆起以保護南向屋面。房屋門窗多向南開，以避免強烈的北風，而向

北的門窗常在冬季封鎖。廚房多在正屋向南位置，而小型客室多半向北。房屋多附帶設計一扇風雨門（Storm-doors）。因廚房爲社交生活的中心。至於夏季所用廚房，則配置於邊屋。當地居民對於居室適宜配置的位置皆有深切的認識。在英國的普利茅斯（Plymouth）氣候溫和，既無嚴冬，亦無酷暑。風雪與乾旱罕有，龍捲與風暴更屬稀聞。但在美國麻薩諸塞州（Massachusetts）的普利茅斯則在氣候上的相去懸殊，兩地溫度的較差幾近兩倍。冬令大雪與狂風時有，夏令酷暑亦屬苦人。因是在先民建築設計上顯著可尋的標幟，就是高大的烟囱與壁爐。韓林（Talbot Hamlin）著『歷代建築』（Architecture Through the Ages）一書論屋頂結構因氣候的變化。英國舊時建築物屋頂結構。喜採用人字屋頂突出窗（Gables）或稱山牆窗，原意在屋頂閣樓可取光線，但由於閣樓暑熱冬冷，且無取暖設備，不能適合於居住條件。且此類人字頂窗屋面結構常不易密切結合而不滲水。這類建築型式亦由於不能適合氣候環境，而歸於淘汰。

顧勃勒（George Kubler）所著『十六世紀墨西哥建築』（Mexican Architecture of the Sixteenth Century）一書中引述在一五三四年在博愛勃拉（Puebla）城鎮街道的走向與該處盛行風向相同。一五七三年西班牙法律對於城市標準位置建設曾有所規定，當時立法者似存一般位置承受東風的見解。新設內陸城市若在山之東或西，顯然不能受到假定風力的影響。另一規定內陸城鎮應受北風與南風的吹拂。沿海岸的城鎮在殖民地區的南方或西方均無敞開的水域。在此條例環境規定之下，如在墨西哥灣沿岸，若盛行風向爲東南，經常離岸風信將因航路逆風而阻礙船隻接近港埠。此外尚有關於沿河殖民地城

法律的規定在河的東岸因濕氣、烟霧與流行病菌可以吹離城鎮。顧勃勒論十六世紀茅草屋頂統稱爲『雅加』(Jacat)。在潮濕地區茅屋建築實有其必要的含義，因在乾燥高地平坦屋頂的設計對於潮濕區是屬於無益的，而拱狀結構的屋頂則在人力與材料貧乏的環境亦不切實用。在潮濕地區茅屋建築空氣流暢，而材料價值廉宜，且在腐蝕後換修亦屬容易。一座平頂樹脂防水的教堂建築亦不過耐用二年，因而多明尼加的 (Dominican) 建築師亦已修建爲尖頂的茅屋建築。

南美的建築對於氣候環境的反應亦有相類的例證。秘魯首都利瑪 (Lima) 係在一五三五年十月十八日皮薩洛 (Francisco Pizarro) 征服該地後建設。當時利瑪都市建設，已有注意於氣候設計的先見。在費訥 (Paul Lester Wiener) 與賽德 (José Luis Sert) 合著『現代建築』(L'Architecture d'Aujourd'hui) 載：『街道寬度十一公尺，其位置曾設計安排，考慮到太陽出沒路徑與盛行風信。此二因素在一五二三年立法條文中曾有明確的規定。因此在利瑪古道均能綠蔭籠罩而受海風暢拂』。艾爾立奇 (Henry R. Aldridge) 在其所著『都市設計例證』(The Case for Town Planning) 稱：『紀元前三百八十年希臘哲學家亞立士外德 (Aristotle) 爲都市設計最早的先鋒。亞氏曾說及最健康的都市位置應在向東的山坡，因此晨風吹拂。其次理想位置則爲背北風的城鎮，因此冬季和暖。紀元前三百五十年希臘歷史學家芮諾豐 (Xenophon) 亦曾叙及房屋向南則冬日陽光可射入門廊 (Porticoes) 而在夏日則陽光從屋頂過去，而得遮蔭。因此，建築設計在南向宜稍高敞，以迎冬日，而北向宜稍低下，以避寒風。第三世紀羅馬建築家費楚維奧 (Vitruvius) 亦曾論都市設計及個別建築對於氣候影響的關係。其典籍論著『建築學』

(On Architecture)亦經葛蘭球(Frank Granger)加以逐譯。費楚維奧云：『建築家應知治地之術，(希臘人稱之爲氣候學(Climata)與一地的氣象特徵，疾疫狀況及水源供應。倘設計考慮不及於此，則住宅不能臻於完美理想。此外宜求自然的適應，臥室與閱書室宜取東窗光線若向西南則易致霉濕。若浴室或冬季餐室則宜朝西，以採光線，而暮雲艷麗，且增暖一室，至於畫廊或需穩定光線的居室則宜採北窗光線，因在一日間日光的變化最小。』費楚維奧注意於：『首重健康位置的選擇，地勢高爽，但無雲與霜的困擾，無嚴寒酷暑，而溫暖適宜。地隣卑濕，宜於讓避，晨風拂過城鎮，低雲滙合，原濕牧羣，每易招致瘧疾，危及居民健康』。因人與動物的氣質(Temperament)不同，若混合相處，每易危害人類健康，此亦爲人類集羣居住，城鎮設計的原意。可見建築氣候的設計，不僅在於位置式樣上的選擇，且應兼顧考慮及於居民的健康』。

費楚維奧有深入的機智，他說：『城牆四圍，其深意在於街巷的防風。因寒冽的風使人戰慄不適，酷熱的風招致病菌感染，而潮濕的風則更屬有害』。又稱：『城區的設計在使自然強勁的風勢，在都市城鎮中每一區的建築，因街衢巷路分列，使風勢趨於消散，而狂暴危害的氣流可以避免』。又如：『船塢一般的位置往往朝北，其原因由於向南較暖而有利於毀損船木的蟲類易於繁殖』。費氏對於城鎮設計的見解，實堪稱爲最早建築氣候的專家(Architectural Climatologist)。其思想不僅影響及於當世，且久傳至其後代。栢拉第(Andrea Palladio)卽受其思想影響的一人。栢氏所著建築學(Architecture)一書其意文譯本於一五七〇年出版於維也納。其書中有引述關於屋頂結構演變的經過。人類最早設計的

房屋是屬於平頂結構。其後發覺平頂房屋不能防護天氣的侵蝕，遂迫使採用拱樑的型式而屋脊兩面有斜傾的坡度。這些屋頂架料 (Shelving) 的結構，每因氣候環境而變易。在德國冬日下降雪量豐多，因此屋面坡度較陡，而鋪設木板瓦片 (Shingle) 或其他輕型的磚瓦 (Tiles)，蓋因積雪重量，易招破損。若在較溫暖的地域，則屋面多採用淺坡。倘仍用深坡輕瓦，在暴雨沖瀉之下，甚易流失。房屋四周常裝置『簷槽』(Gutters) 以承接屋面流下雨水，然後由導管引至管口噴入溝中。又稱：『建築不宜造在山谷中，因谷中多驟雨而空氣潮濕，在太陽照射時，山坡反射熱量甚大，濕熱蒸人不能忍受，且因地勢窄狹，山風谷風多甚暴厲，其氣候環境，不適宜於人類居住』。又云：『廊廡或稱門廊 (Porticos) 宜設在街道兩旁，以免太陽、雨與雪的侵臨。在古城帕圖亞 (Padua) 的街道及其大學均多屬於此型類』。岑博 (Fiske Kimball) 稱：羅馬皇帝曾規定嚴禁都市建設參照旁沛意 (Pompeii) (該城於西歷紀元七十九年毀於維蘇威火山噴發中) 城型窄狹街道，由於缺乏充分的光線與空氣。但香港的九龍城至今仍保存著古代窄狹街道，對面廊檐相隔僅兩尺許。下雨時檐水傾瀉街中，幾如一渠，與香港寬濶街道，迥形顯明的對比。

自工業革命 (Industrial Revolution) 之後，歐洲各國咸感應有條例 (by-laws) 管制各都市地區各類型式不同的建築。一八七〇年古老城鎮紐倫堡 (Nuremberg) 的都市計劃會有法律對於每一建築室內燈光的規定。一八七四年五月八日瑞典政府通過法案 (Act) 規定城鎮設計應注意於光線與空氣以維持居民的健康。一九〇九年九月市政雜誌 (Municipal Journal) 主編開符 (A. E. Cave) 訪問維也納，

因知該處市區劃分 (Zoning Districts) 主要的因素在於盛行風信，其目的在於使烟霧遠離城市而不侵入城區。英國的公園城市萊區完士 (Letchworth) 與威爾尹 (Welwyn) 其工業區都在城區之東方，因此工廠烟塵都由盛行風吹送離遠市區。蘇聯的麥格耐的谷斯克 (Magnitogorsk) 城市係由密爾裘丁 (Miljutin) 所設計，對於水源、環境、與風信均曾助以考慮。諾滑西皮斯克 (Norvasibirsk) 城市設計，因盛行風向為東南，所以工廠區均安置於城區之比。而住宅區的街道都南北方向，藉以配合盛行的風信。

中國古代亦即曾留意於氣象與建築的關係。詩經國風鄘國定之方中章云：『定之方中，作于楚宮；揆之以日，作于楚室。樹之榛栗，椅桐梓漆，爰伐琴瑟』。定為北方之宿，營室星也。此星昏而正中，夏正十月，於是時可以營制宮室。楚宮乃楚丘之宮也。揆，度也。樹八尺之臬，而度其日之出入之景，以定東西。又參日中之景，以正南北。榛栗可供籩實，桐、梓、與漆皆有用之材。在建築佈景之外，尚有他用。其設想縝密可見一般。遠東地區各種的建築，獨自別具風格。據日本建築家岩田次郎 (Jiro Harada) 稱伸出廊檐為東方建築特色。廊檐的用處可以避去室內的酷熱與享用在雨日的暢爽。以日本所在地理位置的緯度而言，廊檐並不能阻止冬日陽光入曬屋內。東方人以家庭為社會生活中心，因此居處房屋對於位置與各項條件的設計，不能不給予多面的考慮以注意到人生健康與繁榮。房屋位置向南，固最屬於理想，但向東或東南亦屬可取。若房屋位置背山西或北，則東方與南方的日照與溫暖，均予隔絕，此項位置，殊不足取。日本習俗，東北向門稱謂「鬼門」；常遮以短牆，或常關閉而另闢他門出入。東南向門稱

謂「地門」或「風門」；西北向門稱謂「天門」，常設井與倉庫，西南向門則稱謂「人門」。這些門戶方向的稱呼，蓋存有習俗經驗對於健康規律與氣候影響的觀念，如盛行風向或暴風頻率因素關係，而隱約的顯示理想居處環境的位置。詩經小雅斯千一章中云：「築室百堵，西南其戶，爰居爰處，爰笑爰語」。堵者垣也其誼相若。日本房屋的窗戶寬大而敞開，因在日本於夏季空氣濕熱，倘窗戶窄小或封閉，將頓覺沉悶而不舒暢。此類伸出的廊廡與採取南向的窗櫺在中國漢代已見流行。印度氣候炎熱，伸張的廊檐仍不足以解除室內的酷暑，其建築型態深受十六世紀中葉蒙古(Moguls)人入侵的影響，其舊式建築更與印度、波斯風格相混合，而別具一種型態。近時建築多採用平頂深廊，以防日曬，以制酷熱。美國氣象局氣候組組政藍士寶(Helmut E. Landsburg)云：『氣候對於建築的設計有重要的影響在世界各地迄今已數百年。而由於個人設計旨趣的改變，僅屬於微末的變化。低矮茅草屋頂而缺少窗戶的房屋反應挪威峽灣坡地區風雨多雪氣候的徵象。瑞士阿爾卑斯(Alps)山間三角拱頂房屋顯為支持覆蓋雪量的設計。在沙漠中平頂白色厚牆房屋，乃屬防護強烈日光與溫度較差過大的措施。在熱帶叢林中的格構牆(Lattice Wall)與防水屋頂皆為適應重濕驟雨的氣候。又如在沙漠地區設計窄小峽谷街道(Narrow Canyon Street)使一排房屋互得蔭庇，而於曝露中所受輻射的程度能減至最低程度。不論一幢房屋或一個城鎮的設計，都是否有深厚氣候影響的意義』。但在近年以來，由於人類交通的頻繁，交互觀摩，側重外觀，氣候對於建築重要的意義，每覺已漸趨於淹沒。「空氣流通」(Ventilation)的觀念將以「空氣調節」的設施，以解決局部氣候變化的困擾。然而人為的「舒適籌謀」(Comfort Gadgets)僅屬

於局部的，但基本的建設則仍應配合於一地區盛行的天氣。人類始更深悟解不能違反氣候，而須順應自然。英人賴愛德 (Myles Wright) 於一九四八年主編的「設計搭計」(The Planner's Notebook) 曾將建籍與城鎮設計的氣候資料編入，而認識其需要。其所編列的資料為在英國若干地方的日平均氣溫，平均雨量，與日照時數等項。由此推想可見現代建築師對於氣候環境認識的需要。一九五〇年一月美國國民科學研究院 (National Academy of Sciences) 曾與許多私立研究機構合作而召開「天氣與建籍工程」(Weather and Building Industry) 會議。美國學生兄弟翁爾繼艾伊 (Victor and Aladar Olgay) 曾作若干氣候與建築關係的研究。並由美國麻省理工學院住宅與家庭經濟經理處 (Housing and Home Finance Agency) 主持由翁氏兄弟研究「氣候與住宅研究計劃」(Climate and Housing Research Project)。

丹麥的穆勒魯 (Jens Mollerup) 稱：『風雨在平坦的地區自然的影響及於丹麥的建築型式。丹麥的房屋類皆低矮，以求避風。屋脊都採馬鞍形以便易於瀉雨。斜坡的屋面在冬季更顯重要。因降雪常在夜間而氣溫每在水點差右，日出以後，即見融解，但到午後可能重復冰凍，於數小時之間，冰結與融化更迭，使屋面易於剝蝕。由雪融化的水雖為量不多，但以現代建築平頂設計，確須要費用較大的設計』。加拿大多朗托 (Toronto) 大學建築教授馬第 (H. H. Madill) 稱：『建築設計必須注意於方位，在加拿大氣候環境，採取朝南的位置與配置適合的風向，乃屬有利的設計』。魯易士 (Harold MacLean Lewis) 在其所著『現代都市設計』(Planning the Modern City) 一書中曾說：『氣候影響於都市設

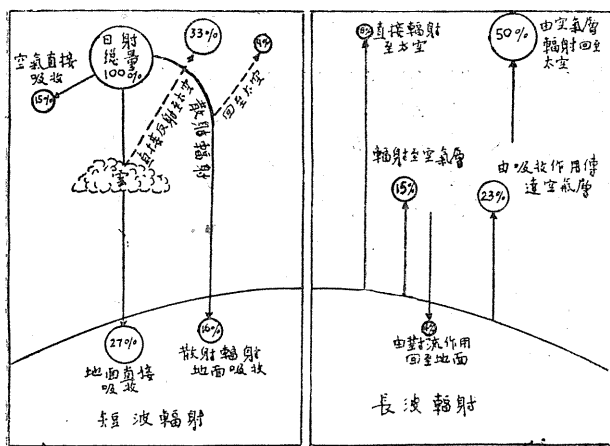
計乃是屬於多方面的。氣溫對於穀物的生長期有決定性的影響，應知都市水管埋伏的深度方能避免水管的凍結。雪量對於公路設計及包裝工業的關係。盛行風向對於機場跑道設計等。』一九二二年美國麻薩諸賽州的吳賽士德城 (Worcester) 曾釐訂市區劃分的條例，乃依據於該城微氣候 (Microclimates) 的概念與適合住宅區的需要。美國哈佛大學教授白魯克 (Charles F. Brooks) 解釋此都市分區 (Zoning) 的概念，大抵基於微氣候的測量而配合運用於整個城市的地形圖 (Topographic map)。日間對夜間氣溫的差別，盛行風向對於地形山頂、山坡與山谷的關係。經過分區的抉擇，以面向東南及山坡中間為最配合理想。其次則為在山的腰坡間而面向西南或在山頂地區為佳。又次為西北或向北坡面。至於在山谷地區於冬季將為寒氣積聚之處，乃欠合理想。氣候背景與建築的關係，於此可見一般，而氣候與嶄新的住宅及都市設計計劃的研究與發展，則仍有待於建築氣象專家的努力。

第二章 房屋與工廠位置及設計對於氣象的關係

任何建築設計須求適應其環境的需要，而自然氣象的環境尤居重要的地位。倘若建築一所房屋或工廠而忽視其自然環境的需要，在事實上將無其事，縱或有之，此建築物將屬脆弱而需更多的維護費用。這些所注意的氣象因素，列舉如下：

- (一) 熱量的盈虧
- (二) 日照時間的長短
- (三) 寒冷天氣熱量的散失
- (四) 溫度分佈與地理環境
- (五) 自然的照明
- (六) 空氣的混濁度
- (七) 霜、霧、雨、雪的頻率
- (八) 風的影響
- (九) 雨與風的交侵

蓋第士 (A. Geddes) 於其所著「都市設計與氣候」(City Planning and Climate) 一書中曾建議氣候因素的分佈須填註於等高線地形圖中，其縮尺宜採以一英寸或六英寸比一英里比例。蓋氏又稱



附圖一 太陽短波入射與地面長波出射熱量平衡

在設計前氣候資料固應周詳調查與測量，甚至在建設完成的氣候環境亦須予以考慮。

(一) 熱量盈虧的研究 一座建築物的熱量平衡是一個複雜的問題。一幢建築物因吸收太陽輻射而增熱及在炎熱氣候亦可因空氣傳導而增熱。室內的冷卻因由牆壁、屋頂的輻散作用、潮濕面積的蒸發作用。

在寒冷天氣時候亦可由空氣傳導作用而轉冷。在炎熱氣候環境的問題是在於防止吸收外界的熱量，特別的注意於太陽直接的輻射，在寒冷氣象環境的問題是在於保持內部的熱量，而防止外界空氣的傳導作用。

地面接受太陽熱量的多寡純視太陽與地平間形成仰角的大小，雲量的多寡與空氣的清濁。在大氣圈的外圍太陽的光熱約近每秒每平方公分二十卡路里，約等於每二十平方英寸一英國熱量單位 (British Thermal Unit)。太陽所賦予地面日射總量中百分之四十二即直接回至太空。其中直接由雲上反射約百分之三十三與由空中塵埃與氣體分子散射作用 (Scattering) 居其約百分之九。其餘由空氣直接吸收約百分之十五而由地面直接與間接所吸收的僅居百分之四十三而已。以上所述蓋指光波或稱短波輻射而言。太陽的入射總量 (Total Incoming Radiation)

tion) 百分之五十八中即由地面吸收百分之四十三與空氣層所吸收的百分之十五。在地面所吸收長波太陽輻射量僅有百分之四，百分之八又直接由地面輻射返回太空。在此餘剩的百分之三十五與由大氣直接所吸收的百分之十五。此太陽之短波入射量與地面之長波出射量 (Terrestrial outgoing radiation) 作地面熱量的平衡。百分之三十八的長波輻射量中約百分之十五直接輻射至空氣中而另一部份百分之二十三轉換而為水氣蒸發。而僅餘百分之四的輻射量經由對流而回歸於地面，以維繫地面與空氣間的熱量平衡。(參照附圖一——地面入射與出射熱量平衡)。

太陽輻射中短波輻射形為光線，而其長波輻射形為熱線，在光譜的兩端均屬於不可見輻射 (Invisible Radiation)，紫外輻射 (Ultra-violet Radiation) 有強力的化學效應。紫外光波可使皮膚灼傷，但亦可有益於健康與醫療上的性質。城市中的烟塵與霧障常能遮閉紫外光線使城市暗淡無光，而每能造成兒童軟骨病症 (Rickets)。光譜的另一端則為紅外線 (Infra-red or Ultra-red Rays) 輻射，則有強力熱能的效應，雖不受塵與霧影響，但受水汽的吸收。太陽輻射量約三分之一均在雪上反射重回太空。可見在雲量多的地域水汽蒸發旺盛，所以熱量甚多。在熱帶乾燥氣候而無雲地區於蔭處日間最高氣溫可達華氏一二〇度 (約攝氏五四度) 而在赤道潮濕多雲地區其最高氣溫鮮過華氏一百度 (攝氏三十八度)。

水汽與雲層對於地面在夜間有保護熱量的效應。地面吸收太陽熱量在日間與夏季，而地面返回太陽熱量於夜間與冬季。此熱量即為紅外輻射而迅速的為地面水汽所吸收或轉為雲點 (Cloud Droplets)。在潮濕氣候區域，地面熱量不易散失，因而夜間濕熱。在乾燥氣候區域則日間所受熱量在日落以後，隨

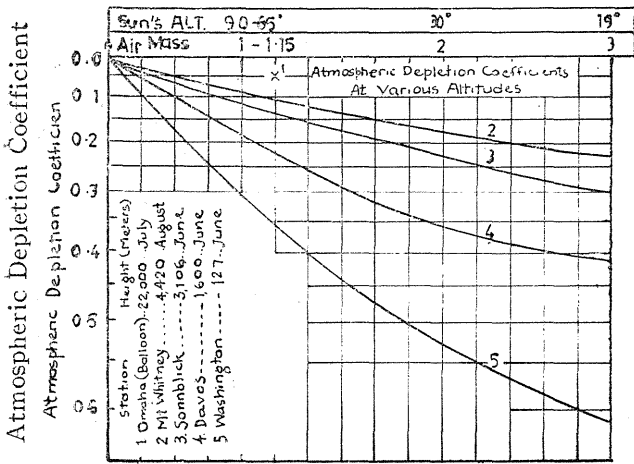
即散失因而夜間寒冷。由於上述的理由，在炎熱而乾燥氣候區域的地面建築應採用厚牆蔭蔽寬濶廊廡與崇高屋頂以平衡內部氣溫。窗門須儘量用廊廡隱蔽以避免太陽直射，在北半球熱帶地區宜多安置北向窗戶。窗框宜取寬大空間，以在日間涼爽時候流通空氣。在邱陵地帶而有炎熱夏季的地區，建築物位置應取其地利，善用山風 (Mountain breeze) 送涼，而在山坡向上方建造夏季涼臺 (Sleeping Porches) 。在小池近旁爲在炎夏不適宜的住處。因在晴穩無風天氣因在氣溫增高時候池水蒸發，使下層空氣潮濕異常。反之，如在大湖近旁，湖水足以吸收太陽輻射熱量而產生一種空氣調節作用，使空氣涼爽，湖風輕拂。林黛 (A. J. ter Linden) 於荷蘭第爾夫脫 (Delft) 地方於一九三七年涼爽夏季，測驗室內與室外作氣溫，相對濕度的比較研究。據稱在一大建築物下層窗戶北向、東向，室內氣溫常甚穩定與室外平均氣溫相近；相對濕度亦常穩定在百分之六十或七十左右。在另一平頂房屋的一端，於一室內有南北向甚大窗戶，但室內顯示有「花房效應」 (Greenhouse Effect) 氣溫在華氏六十六至七十六度 (攝氏十九至廿四度) 而室外氣溫則僅在華氏四十六至六十四度 (攝氏八度至十八度) 之間。室內最高與最低氣溫時間較室外遲延至二、三小時之久。相對濕度在百分之五十左右。又在平頂房屋的另一室內僅有東向窗扇，其室內氣溫與相對濕度變化，效應適居中和 (Intermediate effect) 。林黛指出屋頂設計甚是關係於重要，在酷熱天氣於人字屋頂 (Gabled Roofs) 而其下有適當通風空間 (Air space) 往往能在上層室內比較平頂房屋有較舒適環境。倘平頂房屋的頂層無充分的絕緣設施，則室內將酷熱而乾燥。各種建築牆壁厚度不同與室溫的關係雖迄今尚無結論，但以不同深度土壤溫度的效應可藉爲引喻。詹森 (N. K.

Johnson) 與戴維士 (E.L. Davies) 在沙立斯堡平原 (Salisbury Plain) 實驗的結果。因知地溫日較差的對數 (Logarithm) 適與一英寸深度成比例；而深度增至五英寸則較差減低至十分之一；若深度增至十英寸，則較差降下至一英寸的百分之一。土壤的性質變化較小。在開羅 (Cairo) 於炎熱日間沙土表面的溫度日較差達華氏五十七度，但至土壤深度八英寸處，其較差僅有華氏六點五度。由此可見於曝露在陽光下泥土或石質物體的高溫是屬於非常表面性的。

牆壁的顏色常用以調和太陽光熱的影響，可以印度普納 (Poona) 地方所作實驗的結果，以資比照，於五月間在黑色土壤表面溫度可達攝氏六四點六度 (華氏一四八度)，棕色土壤攝氏五十八度 (華氏一三六度)，而舖以白粉的土壤溫度僅攝氏四十八度 (華氏一一八度)。在熱帶地區深色磚或柏油路面曝露於日光下可達溫度華氏一百三十至一百四十度 (攝氏四八度至五四度)，而在乾燥酷熱地區溫度可超過華氏一百六十度 (攝氏七十度)。白色的牆壁或道路可以有效的反射日光，但極有損於人的眼睛。旅客由西康入藏，多在雪地行走，必須戴上墨色眼鏡，以防日光反射，損傷目力。因此建築材料不宜採用白色而須採用次色。一般屋脊所用材料吸收太陽輻射達百分之九十左右。

日射強度與日射角度有密切的關係。日射到達對流層頂端 (Tropopause) 時日射量約為四三〇英國熱單位 (B.T.U. $\text{ft}^{-2}\text{hr}^{-1}$)，日射量大致無甚變化直至四公里高度左右，然後日射量耗竭至百分之七十，再進行以至地面。日射量因日射歷經空氣層厚度而耗竭的能量係數稱爲空氣耗竭係數 (Atmospheric Depletion Coefficient)，射所歷經空氣層行程與空氣層厚度的差比則稱之謂氣層厚差 (Air mass =

Pathway traversed/depth of atmosphere)。當氣層厚差為「1」時 (Airmass 1) 即日射常數與日射垂直地面日射量相等 ($K_m = I_{es}/I_c$ ，在上式中 $I_c \parallel$ 日射常數， $I_{es} \parallel$ 日射垂直地面日射量， $m \parallel$ 氣層厚差， $K \parallel$ 氣層透射係數，當氣層厚差為「1」時即為整個空氣層厚度)。換言之，氣層厚差為「1」(Airmass 1) 即日射度約為九十度。氣層厚差「1」即為日射高度三十度，而氣層厚差為「3」即為日射高度十九度。就日射量空氣耗竭係數與高度變化的關係

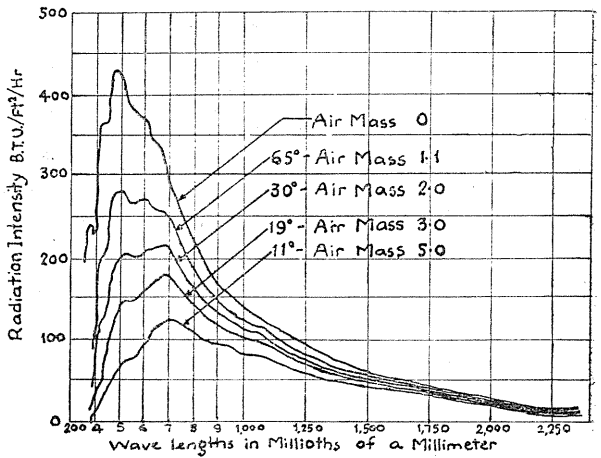


Atmospheric Depletion Coefficients At Various Altitudes And Mean Solar Distance

附圖二 耗竭係數與高度變化的關係

(參照附圖二)，可顯示在俄馬哈 (Omaha) 施放氣球所測日射在二十二公里高度其變化近乎幾微，但在華盛頓高度一二七公尺於氣層厚差「1」時，其耗竭係數為零點三五，達伏斯 (Daves) 高度一、六〇〇公尺，在氣層厚差「1」時，係數零點二二，嵩不列克 (Sonnblick) 高度二、一〇六公尺，其係數為零點一四，輝德奈華 (Mt. Whitney) 高度四、四二〇公尺，其係數為零點一零。

日射能量的耗竭每受空氣中水汽含量的影響，在另一方面亦因日射光譜波長的不一，其日射能量變化



附圖三 日射光譜波長之能量分佈

算。波長能量變化在受氣層厚差的影響以外，且亦受建築物材料的吸收與反射的影響。

日射波長小於零點四微米，統稱為紫外光波，而波長大於零點八微米，則統稱為紅外光波。自地面向上輻射總量約為零點五一每分鐘每平方公分卡 (Cal. cm⁻² min⁻¹)。此值經由空氣層上升至十公里高

亦隨太陽高度而有不同，據在美國華盛頓實測日射波長能量的分佈參照附圖三)。在氣層厚差為零時，即日射強度在平均日射距離 (Mean Solar Distance) 日射量為四三〇 (

B. t. u. ft⁻²h⁻¹) 英國熱單位，而波長為零點四八微米 (一微米 (Micron) 等於千分之一毫米)。太陽高度為六十五度，而氣層厚差為「一」時，其能量為二八〇英國熱單位 (B. t. u. ft⁻²h⁻¹)，波長為零點五微米。太陽高度在三十度，而氣層厚差為「二」時，日射強度為二二〇英國熱單位 (B. t. u. ft⁻²h⁻¹)，波長為零點六八微米。當太陽高度為十九度而氣層厚差為「三」時，則日射強度為一八〇英國熱單位 (B. t. u. ft⁻²h⁻¹)，波長亦為零點六八微米。但太陽高度在十一度而氣層厚差為「五」時日射強度為一二〇英國熱單位 (B. t. u. ft⁻²h⁻¹)，波長則為零點七微米。以上均以太陽平均距離計

度耗竭至零點三九每分鐘每平方公分卡 ($\text{Cal. cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$)。此值因氣層厚差耗竭作用 (Depletion) 的影響每與氣層中存在的水汽壓直接成比例。但在近地面而上至四公里間所受影響為尤甚，在四公里以上至十公里間，其影響甚小。在自地面輻射量零點二九 ($0.39 \text{ Cal. cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$) 單位，約為日射常數的百分之二十，或等於四〇至五〇英熱量單位 ($\text{B. t. u. ft}^{-2} \text{ h}^{-1}$)。據在達伏斯 (Davos) 於清明之夜間長波日射強度各月平均的變化如次：

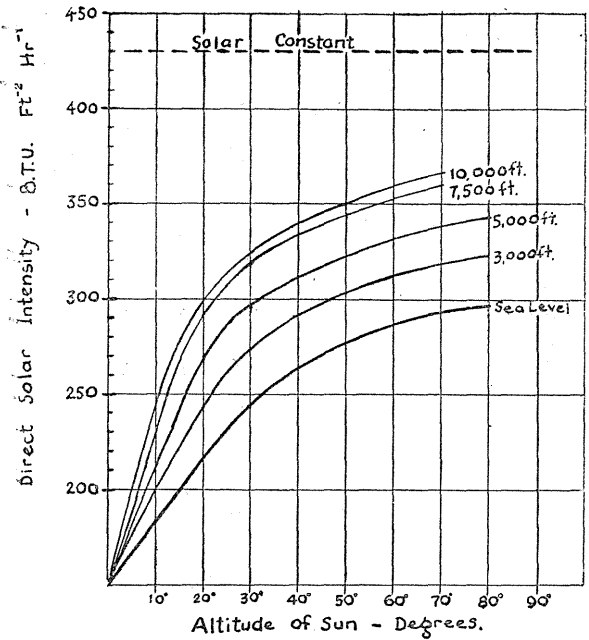
附表一 夜間輻射強度的變化

單位	一月	二月	三月	四月	五月	十月	十一月	十二月
$\text{Btu ft}^{-2} \text{ h}^{-1}$	三九·九	四五·六	四八·二	四一·一	四〇·八	四〇·五	三九·五	四〇·八

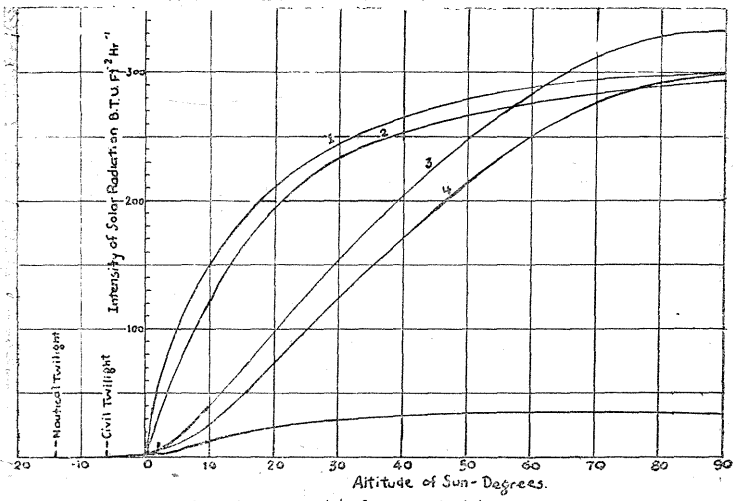
地球表面所接受太陽輻射要不外乎直接日射與間接日射。所謂間接日射蓋指漫散輻射或天空輻射而言。茲將世界各地垂直日射強度最高值列如附表二。就表中所列日射強度值，顯見其隨緯度與高度而變化。在接近赤道附近日射強度最高。聖勃來新與樊爾堡二處緯度相等，而樊爾堡的高度較聖勃來新高一、六五〇公尺，因之，其日射量亦較高。亞格拉與托倫多兩處緯度相近，而亞格拉高度較高，因而其日射強度亦較強。西姆拉與約翰尼斯堡兩處情形，亦屬相若。柯杜巴的緯度比較辣花約為低，且其高度亦較高，因而日射強度亦較大。斯美洛的高度達一二、〇〇〇公尺，其日射量達每時每平方英尺三五〇英國熱量單位，近達日射常數的百分之八十七。直接日射強度與高度之關係可參看附圖四。再就前表日射強

附表二 世界各地以垂直日射強度表 (Pyrheliometers) 測量直接日射強度最高值表

單位 (B.t.u.ft ⁻² hr ⁻¹)	站名		緯度(度)	高度(英尺)
	中文	西文		
二六八	亞比士谷	Abisko	六八(北)	一、二五〇
三六六	里希蒙(英國)	Richmond	五一(北)	三三三
三三三	聖勃來新	St. Blasien	四八(北)	二、五三〇
三三二	樊爾堡	Feldberg	四八(北)	四、一八〇
三三八	亞格拉(瑞士)	Agra	四六(北)	一、七七〇
三三五	托倫多	Toronto	四四(北)	三七四
三三五	赤璧	Red Bluff	四〇(北)	三五四
三三八	夫勒新諾	Fresno	三七(北)	三五四
三四七	辣花	La Jolla	三三(北)	九五
三五六	西姆拉	Simla	三一(北)	七、一〇〇
三五六	約翰尼斯堡	Johannesburg	二六(南)	一、五七九〇
三七三	斯美羅	Smeroe	八(南)	一、七六〇
三五〇	柯杜巴	Cordoba	三一(南)	一、四一〇
三二二	大西洋	Atlantic Ocean	三八(北)	海平面
三〇七	地中海	Mediterranean Sea	三五(北)	海平面
二七二	蘇彝士運河	Suez Canal	三〇(北)	海平面
二七四	紅海	Red Sea	二〇(北)	海平面
三〇三	印度洋	Indian Ocean	二〇(北)	海平面
一六五	加勒比海	Caribbean Sea	一六(北)	海平面

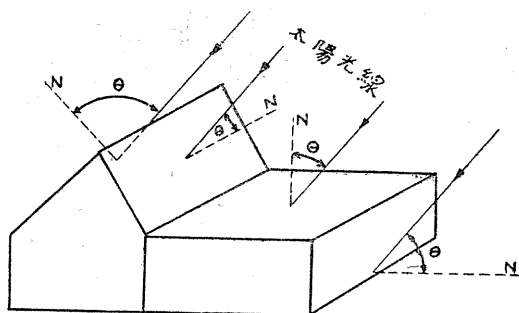


附圖四 直接日射強度變化與高度之關係

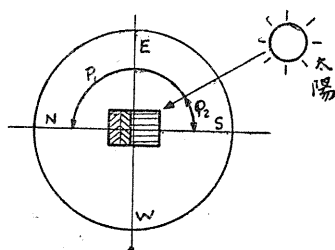


1. Direct Solar Radiation Normal to Sun by Calculation
2. Standard Design Values of Direct Solar Radiation at Normal Incidence
3. Direct plus Sky Radiation on Horizontal Surface
4. Direct Solar Radiation on Horizontal Surface

附圖五 於平均日距晴天海平面直接日射強度



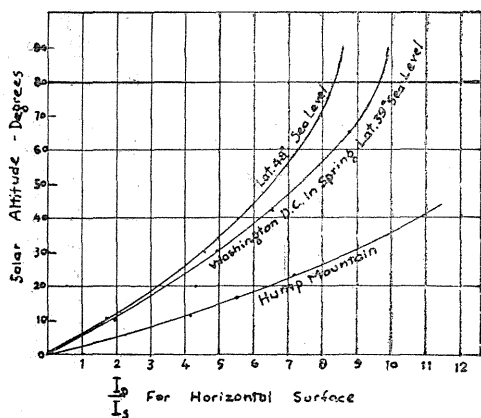
θ = 入射角
 N = 平面垂直方向



Q = 太陽方位

附圖六 日射對於建築物的入射角，方位角與方位

度在海平面情況而言地，中海所測得直接日射強度與印度洋幾近相等，而在此二處的緯度相差達十五度之多。此或由於在低緯度海面水汽旺盛的影響。同樣情況在蘇彝士運河區一帶日射量亦屬較低，推其原委可能由於水汽含量增高原因以外，更受沙漠地區所吹送空氣層之含塵量的分外加多，而使該處所受直接日射量降低。在加勒北海所測日射量為二六五而在北緯十六度日射量準平均值應為三〇〇英國熱量單位。在印尼雅加達所測日射量強度隨降雨量增減而變化。每在降雨量增多時，日射量亦隨之加強。可能在雅加達空氣中含塵量重要性甚於水汽含量，一經降雨以後，空氣中微塵沖洗以去，而使日射增強，或由於此。依據蕭訥伯(Napier Shaw)所著氣象通銓(Manual of Meteorology)一書中所列舉日射耗竭係數而推算海平面日射各高度的日射強度變化如上圖(參看附圖五)。至於建築物對於所承受日射量的變化，則須視其時、日、季節與其方位的變易而定。大概而

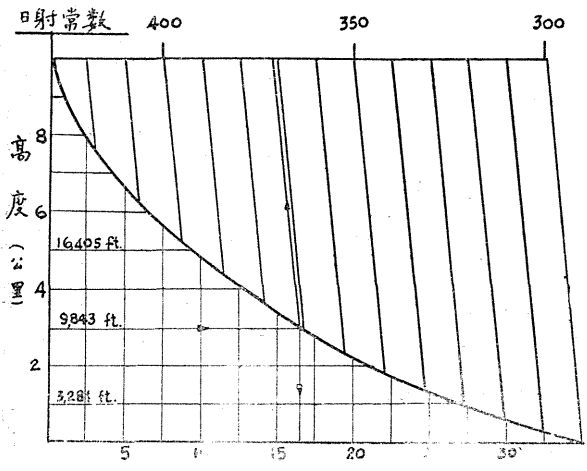


附圖七 一直接輻射與天空輻射差比之變化與高度關係

言，建築物體表面所受日射的強度，每以直射角的餘弦 (Cosine) 乘以垂直日射的強度計算。(參看附圖六) 總之，日射常數的變化每受日中黑子活動影響在紫外光波輸入增加時可增加百分之一或二；而在地球與太陽間距離變動時可能產生正或負的百分三點五之差數。至於日射經過空氣耗損的數量則由於氣層厚度 (Airmass) 水汽、臭氧與塵埃在空氣層的含量而產生空氣吸收係數約在零點二至零點七。至於雨量的影響，則屬於局部地區的現象。此外直接日射量變化因一年的季節與一日的時間與建築物距離海拔的高度及建築物平面與日射直射平面所形成角度的餘弦而有差異。

空氣中在接受直接日射以外，尚接受一部份天空輻射或稱散漫輻射 (Diffuse Radiation)。使一部份在直射輻射所及範圍之外，亦因散漫輻射效應而得受其影響所及。因此在空氣層中所承受的日射量乃為直接輻射與散漫輻射的總和。最易於審察散漫輻射現象的時候，在日出地平以前，地面尚未有直接日射，但在地面已有日光，統稱為假曙 (False dawn)。在海上於地平線下十四度即見曙色，所謂航海曦光 (Nautical Twilight)，至於真曙時候則須待至地平線下六度光景，此時稱為民用曦光 (Civil Twilight)。散漫輻射強度漸次增進，以至日中；而對

直接輻射 B.t.u.ft.⁻²h.⁻¹

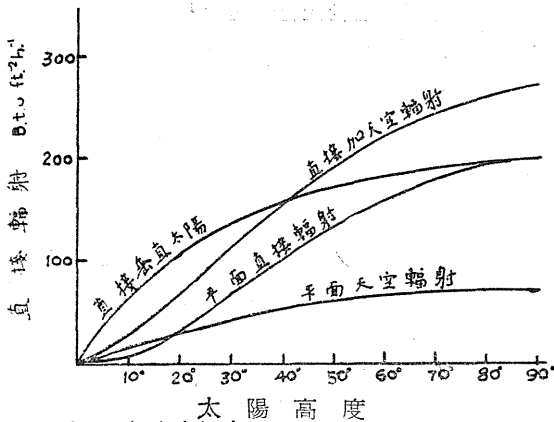


附圖八 於太陽高度90°而在晴天時直接輻射與天空輻射變化對於高度的關係

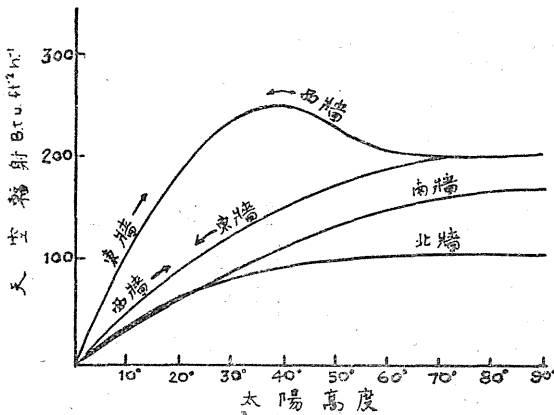
稱的漸次減少以達宵中。據在瑞典斯德哥爾摩 (Stockholm) 實測於七月天空輻射 (Sky Radiation) 約居總日射量百分之二十，但至冬季則可能有較大變易，居日射總量百分之六十至八十左右。在海平面直接日射與天空輻射的差比視太陽高變化而異。(參看附圖七) 至於在高空情形，在四萬英尺天空已呈蔚藍顏色。天空輻射並不隨高度增加而降低以至於零。但由火箭觀測結果，在二十英里高空以上，即維持不變常數。直接輻射隨高度而增加；而天空輻射則隨高度而減少。

因此直接輻射與天空輻射差比的變化亦隨高度而增進。雖然此種不同高度實測的結果尚無法獲致。目前似僅能為天空輻射隨高度增加而趨於降低的假定。就理論上的立點，於日射在直射地面時，直接輻射與天空輻射對於高度的關係，可參看附圖八。總之，天空輻射或散漫輻射在一建築物面所受日射量端視乎直接輻射量的多寡；建築物所在的緯度與高度及其所在特殊的方位；地方平均雲量與塵烟狀況與其在一年中的季節與時日。

另一個問題則為日射量因地平均雲量的增多而減少，例如在美國華盛頓首都於六月因雲量增多而



附圖九 都市空氣中直接輻射能量典型值分佈



附圖十 都市空氣中天空輻射能量典型值分佈

形嚴重，則熱能的損耗將屬更多，已如前述。太陽在不同高度經過空氣層厚度後於地面乾燥或潮濕空氣中所受最大太陽輻射量列表如下：

減少其與晴空日射量的比率達百分之六十九。至於地面日射量受都市工業環境的影響，其隨太陽高度變化典型值的分佈可參看附圖九與附圖十，茲再就實際問題，加以略論。在晴爽乾燥天氣太陽直射時日射能量到達地面約為百分之八十五，而在潮濕天氣譬如在赤道附近其比率為百分之七十五。若在工業大都市中因空氣污濁情

附表三 太陽入射不同高度經過一單位氣層厚度地面所接受輻射量表

(一) 太陽入射高度 Height of Sun (度)	九〇	七〇	五〇	三〇	一〇	一五	一〇	五
(二) 氣層厚度 Airmass	1.0	1.062	1.155	1.295	1.495	1.76	2.11	2.56
(三) 乾燥空氣 (垂直光線在海平面所受輻射量) Radiation a Sea level	1.42	1.61	1.86	2.18	2.57	3.04	3.59	4.26
(四) 潮濕空氣	1.45	1.64	1.89	2.21	2.60	3.07	3.62	4.29
(五) 乾燥空氣 (地平面) Horizontal Surface	1.42	1.51	1.41	1.11	0.71	0.41	0.11	0.01
(六) 潮濕空氣	1.45	1.54	1.44	1.14	0.74	0.44	0.14	0.01
(七) 乾燥空氣 (垂直·南面牆壁) Vertical S. Wall	0.0	0.86	1.0	1.11	1.11	1.11	1.01	0.71
(八) 潮濕空氣	0.0	0.86	0.85	0.94	0.94	0.94	0.84	0.64

在上表中(三)(四)兩項指太陽垂直入射海平面情形；(五)(六)兩項則為地平輻射入射情形。單位為每秒每平方公分卡路里。在大氣層外圍的日射常數為一點九七卡。表中最後的(七)(八)兩項為北半球太陽直射在垂直南向牆壁所受日射輻射量。

太陽入射角在三月與九月正午即在春分與秋分時分等於以九十度減去其緯度。在六月夏至時分在赤道以外地區則以一二三度減去其緯度。至於在十二月冬至時分則以六十七度減去其緯度。至於平日正午太陽高度等於以九十度減去緯度與太陽赤緯 (Sun's Declination) 的正差。(Positive Difference) 天體赤道 (Celestial Equator) 與北或南的角距 (Angular Distance) 謂之赤緯。

在高緯度由於日射對於地平之傾斜角增大，以同量熱能散佈於較大大面積，陽光透過空氣層厚度增加，空氣吸收作用的效應亦增加。於高緯度在地面與平頂屋面所接受太陽的熱量減少，而僅能在南面直立牆壁所得的熱量取得一部份的補償。建築物不僅端賴於直接陽光的增暖且由於地面的反射或輻射，但此熱量則視日射的角度而異。太陽在每月中正午的赤緯與在北緯五十度正午的太陽高度 (Sun's Altitude)，列如下表：

附表四 太陽赤緯與高度表

太陽赤緯		正午太陽高度 (北緯五十度)
正十五日	負三度五分	六十三度
二月十四日	負三度二分	六十二度
三月十五日	負三度	五四度
四月十五日	正九度三分	四三度
五月十五日	正一六度五分	三二度
六月十五日	正三二度二分	二二度
七月十五日	正三三度正	一七度
八月十五日	正三三度四分	
九月十五日	正三度五分	
十月十五日	負八度	
十一月十五日	負一六度三分	
十二月十五日	負三三度二分	

地面接受太陽的熱量視其地平高度與其坡度而定。在高處較低地的空氣量爲少，因此空氣吸收作用的效應，亦隨之減低。因此在高山療養地點的日照增強而相反的氣溫則降低。在三千英尺高度的「氣層厚差」(Air-mass)僅爲地面的十分之一。所以在北緯五十度三千英尺高度處日光強度約與北緯四十五度海平面情況相等。在潮濕或多塵烟地方其對於「氣層厚差」的效應對於日射強度可能限制更低於北半球向南山坡所受日射量，無形的等於其緯度南移。在房屋平頂與垂直壁牆所受輻射雖無差別，但在地面所受的輻射則顯見增加。南向山坡土地常比較平地爲暖，而此額外熱量即傳佈以至屋內。又在南坡受房屋蔭蔽的面積較小，若在北向山坡則其效應適反。於北緯中緯度地帶南向十與一斜度的山坡在快晴日數增暖地面輻射的效應約爲百分之十五。若以北向山坡在同樣環境下，將減少地面輻射相等的熱量。在曇天(Cloudy Days)則在不同山坡日射的效應可能有不同的差異。在南向山坡於夏季上午六時前及下午六時後輻射熱量可能有所散失，但此無關重要。至於在東向山坡的效應，則將在午前增暖，而在午後減暖，且熱季較長。西向山坡則熱季較短。至於北向山坡則僅在晨間與傍晚氣候較佳，其他時間均不適宜。

垂直牆壁所接受的輻射總量往往視季節變化與牆壁所面的方向而定。以全年而言，南向牆壁所受輻射量最多，而在北向牆壁所受輻射量最少。但於夏季在北緯五十五度以南，太陽於日中甚高對於垂直牆壁直接增熱效應較小，因此牆壁以面東南與西南向的所受熱量爲最多。依據斯且格(J. M. Stagg)於倫敦郊區寇烏氣象臺(Kew Observatory, Richmond)實測直接太陽輻射在不同方向的壁面所接受的輻

射量。在下列附表五中所採用的單位爲每日每平方公分克卡 (gm Cal/cm²/day)。

附表五 在不同方向壁面所受日平均直接輻射量表

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均
太陽直射	三八	七二	一三〇	一九二	二五八	二九四	二四五	三三四	二八一	二〇八	四九	三六	一五三
垂直牆壁面向													
南	三三	五五	七八	八〇	七四	六六	五六	七三	九三	七五	四一	三一	六三
北	一	一	一	二	一一	二〇	一三	四	一	一	一	一	四
東或西	七	一七	三六	五八	七九	九一	七〇	六四	五七	二七	一〇	七	四三
平面	九	二三	五五	一〇二	一五三	一八二	一三九	一二一	八六	四〇	一三	七	七七

按 1 克卡 (gm.cal.) 等於四點一八焦耳 (Joules) 或 〇・〇〇三九七英國熱單位 (B. T. U.) 或 1、五〇〇尺燭光 (Foot Candles)。換言之，每平方公分 1 克卡輻射量等於每平方英尺 3 點七英國熱單位。在面向任何方向的牆壁或山坡均得依據前表中數值推算其輻射量。舉例：倘欲求一面向南南東牆壁的六月平均輻射量，假定此牆與南向牆壁所形成角度爲二十二度半而與東向牆壁所形成角度爲六十七度

半。則可以表中六月南面牆壁輻射量乘以二十一度半的餘弦 (Cosine) 0.914 的平方，加以同月東面牆壁輻射量乘以六十七度半的餘弦 (Cosine) 0.383 的平方的總和，再求其平方根即得每日每平方公分七十克卡的輻射量。例如下式 $\sqrt{(66 \times 0.924)^2 + (91 \times 0.383)^2} = 70 \text{ gm. cal./cm.}^2/\text{day}$ 。在晴朗之日，六月的輻射量將可達一、〇三五每平方公分克卡；而在一平面達每平方公分六四二克卡；若在面東或西牆壁的輻射量為每平方公分三一九克卡。

地面自天空直接收受太陽輻射可分為二種形態：(1) 漫射短波輻射 (Diffuse Radiation)，係太陽輻射在經過空氣層時由空中水滴、塵埃與氣體分子所散射 (Scattering)；(2) 由空氣本體與雲所吸收的長波輻射。這種輻射形態來自各個方向，雖然大部漫輻射均出發於太陽鄰近而鮮少由於地平附近。在寇烏地方實測地平面漫射短波輻射約為於冬季於一平面所受直接日射量的兩倍而約與夏季日射量相等。漫射量於高層雲曇天時較強而在低層雲曇天時較弱。因垂直牆壁所接受直接輻射僅為天空的一半，而漫射量在一牆壁面向任何方向可能為居其平面輻射量的一半。參照前表輻射量在十月至三月間垂直面與水面面約略相等；在四月至八月間則僅及水平面輻射量之半，而九月份約佔其五分之四。

在晴朗天氣之日，由空氣與雲塊所吸收的長波輻射量甚小，但至陰天則長波輻射居於重要地位，在地平面約為每日每平方公分十二克卡。測量一地方的漫射甚為困難而測量晴天在各緯度的直接輻射則殊無困難。在大氣上層的「日射常數」 (Solar Constant) 為每分鐘每平方公分一點九七克卡，或每時每平方英尺四三〇英國熱量單位 (B. T. U. $\text{ft}^{-2}\text{h}^{-1}$)，或每英畝七、四〇〇馬力 (H. P. per acre)。透射係

數 (Transmission Coefficient) 即為在垂直日射狀況下輻射傳達海平面的比率。在乾燥地區約為 0.八五，在歐美平均氣候狀況之下為 0.八，而在赤道潮濕氣候或在季風氣候的雨季為 0.七五。假定以 t 代表透射係數； a 代表「氣層厚度」或太陽光波經過空氣層的距離； I (以每分鐘每平方公分克卡為單位 (gm. cal./cm.²/min)) 為太陽直射地面一平面時太陽輻射的強度。可得下列公式：

$$\log I = 0.2856 + a \log t$$

上式中 a 「氣層厚度」 (Air-mass) 視太陽天頂距離 z 而異，約等於正割 (Secant Z)。因而可從下列式中求出。

$$\cos Z = \cos P \cos \phi \cos \delta + \sin \phi \sin \delta$$

在上式中 ϕ 代表緯度； δ 代表太陽赤緯； P 為時角 (Hour-angle)，即為午前或午後的時數轉換為角度量標 (Angular measure)，以十五度代表一小時。在求得每時 I 值後，此值可再析分為平面若干部分與牆壁面南、東與西，然後乘以六十以轉換至每時輻射量，再參加其他因素單位，而加以總和，求得一天的射總量。此法曾以北緯五十度在三月十五日，並以透射係數 0.八加以推算的結果與斯且格 (Stagg) 在三月中晴爽天氣的輻射量相近。

任何時間太陽的高度 (Elevation) 與方位 (Azimuth) 得以從簡單的圖解中尋出，此圖解係採由美國水文測量局 (U. S. Hydrographic Office) 所出版的中美水域航海圖 (Pilot Chart of the Central American Waters) 中。茲再轉載介紹於後。尋求任何時間太陽的高度，應先知一地緯度與此日的太

陽赤緯。先將緯度加赤緯 ($\phi + \delta$) 值填入三角的上邊因得 C_1 點，次將緯度減赤緯 ($\phi - \delta$) 值填入三角的下邊因得 C_2 點。劃一直線自 C_1 至 A_1 ，另一直線自 C_2 至 A_2 ，而此二斜線相交。其次尋求太陽的『時角』，即爲至地方正午所需的時數乘以十五。但地方時正午 (Noon of Local Time) 與太陽視正午 (Apparent Noon of the Sun) 間有時差 (Equation of Time) 須加以訂正。太陽時 (日晷儀 Sundial 時) 在一、二、三月較鐘錶遲，在二月時差近十五分鐘，而後至七、八月漸小，太陽時於五月較地方時爲早，而後九月至十二月，在十月二十日至十一月十七日間時差逾達十五分鐘。此時差訂正值 (在每月中可有誤差半分鐘光景)，摘錄附後，以資參考。

附表六 時差訂正表 (分鐘)

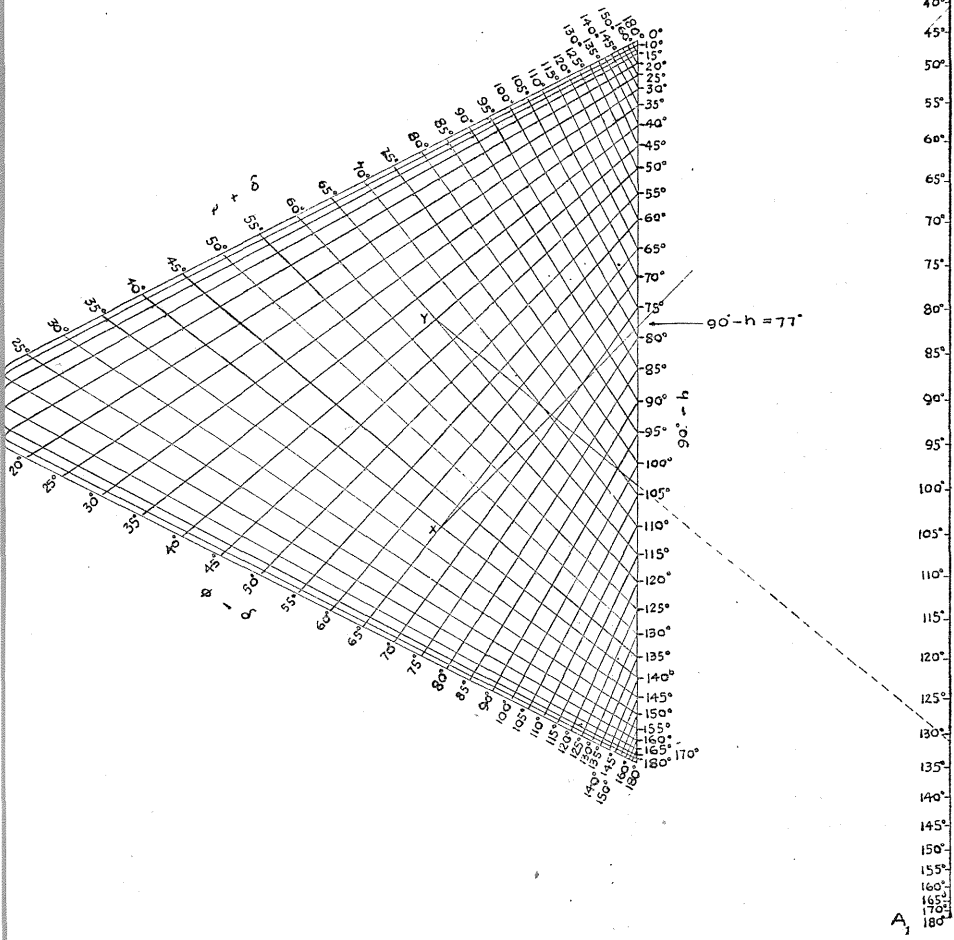
一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
減九.五	減一四.五	減九.〇	〇	加四.〇	〇	減六.〇	減四.五	加四.五	加四.〇	加五.五	加五.〇

尋得太陽的時角，而將此點定於 $A_1 A_2$ 線上，而繪一線與交點相連結。此線與 90° 標尺相交即爲太陽在天頂下的距離。因能直接得 h 高度。在太陽的方位角，先以尋得 h 記於三角中 Y 點，表示 $\phi + \delta$ 與 $\phi - \delta$ ，而後連接此點與 90° 在 h 標尺上，即尋得太陽方位角自北至東 (午前)，至西 (午後)。

舉例：假在一點在北緯五十二度於二月十四日地方時上午九時。太陽的赤緯 δ 爲負二三度。因此 $\phi + \delta$ 爲三十九度，而 $\phi - \delta$ 爲六十五度。按時差訂正爲九時少十五分鐘，因此其時角應爲 $15 \times 3 \frac{1}{4} = 49^\circ$

A₂

A₁



附圖十一 太陽高度與方位圖解

連結此二點，因得： $90 - h = 77^\circ$ ，故： $h = 13^\circ$ ，而 $\phi + h = 65^\circ$ 與 $\phi - h = 39^\circ$ ，在此三角中在 h 標尺上 $90 - \delta = 103^\circ$ ，連接各點引伸至 A_1, A_2 標尺。求得太陽方位角為 111° 度，即太陽為 $132 - 90 = 42^\circ$ 南偏東位置。（參照附圖十一）

另一太陽高度方位圖解法，乃一種最簡單的方法，在任何日期，任何時刻，得到當時的太陽高度和方位，為便利實用。其得數之差須不足一度，高度以自地平起至二十度為應用範圍。高平子先生曾設計一種圖解法，說明如下：

一、本法係據正投影原理將經緯圈正投於子午圈面上。經緯線路各每隔三度畫一線。經線以距中線六十度為止，因六十度以外線太密，不適用。緯線自赤道畫至二十三度半，因太陽赤緯最遠不超過二十三度二十七分。

二、凡用此圖可從月日時分逕求太陽之高度及方位。但應用時間以距正午不小於二小時，太陽高度不超過二十三度，觀測地點緯度不超過四十度為限。凡緯度超過四十度者，近午一部份時間太陽高度雖亦在二十三度以下，而圖上不便應用。凡不超過各限度者，得數之差大約在半度左右。

三、凡用此圖須依本地真時（ T ）為準。設（ T_0 ）為「中原標準時」，亦即東經一百二十度之標準平時， d_1 為「經差」，即本地經度與一百二十度之差數改為時分 d_2 ，為本日之「時差」，則
式中 d_1 及 d_2 從表一及表二查得。

$$T = T_0 + d_1 + d_2$$

四、此圖應用太陽赤緯可從表三求得。但亦可以直接應用日期在圖邊注明之月日找得緯線所在，兩旁小圈中字爲兩線相當日期之較差，爲便利比例約計之用。

五、經線距離各爲三度，以時分計則爲十二分，兩應尺度分列上下兩邊。但其中線應視爲卯酉圈。故在上午應從真時減去六時 ($T-6^h$)，下午應從真時 (二十四時制) 減去十八時 ($T-18^h$)，則爲所標時分，得數正則向右看，得數負則向左看。

用法說明

六、先按日期，凡在春分 (三月廿一日) 經夏至而到秋分 (九月廿三日) 應將圖中之 A 字向上，B 字向下；凡在秋分經冬至而到春分則將 B 字向上 A 字向下。乃從表三查得當日之太陽赤緯。或逕用圖邊月日亦可。倘緯度或日期不當線上，則約照比例估計緯線所在。

七、次按已得之 $T-6^h$ 或 $T-18^h$ 估計經線所在之位置。

八、乃用一直尺 (任何刻度或無刻度均可) 取其中間某一點爲。按於圖之中心 (即圖上 \oplus 之中點) 而以一邊扣於所得經緯線交點之上。記此交點在尺上之刻分，或作一記號於尺邊。同時觀察尺之他端扣在圖中圓盤之幾度。

九、乃按本地緯度 (ϕ) 令尺依中心轉一角度。轉法：

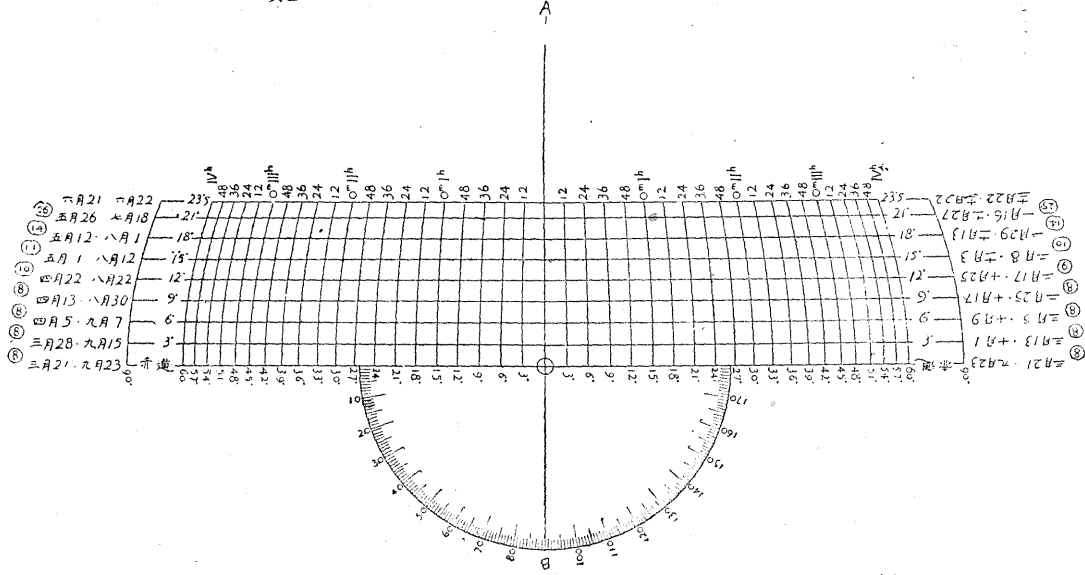
春分後至秋分 { 上午反時針 } 轉 ($90^\circ - \phi$)
(A 字向上) { 下午順時針 }

秋分後至春分 { 上午順時針 } 轉 ($90^\circ + \phi$)
(B 字向上) { 下午反時針 }

十、轉後觀察尺上記號所在：

春分後至秋分 $\left\{ \begin{array}{l} \text{以赤道上度數} \\ \text{爲地平上高度} \end{array} \right\}$; $\left\{ \begin{array}{l} \text{上午右手偏南, 左手偏北} \\ \text{下午左手偏南, 右手偏北} \end{array} \right\}$
 秋分後至春分 $\left\{ \begin{array}{l} \text{以赤道下度數} \\ \text{爲地平上高度} \end{array} \right\}$; $\left\{ \begin{array}{l} \text{上午左手偏南} \\ \text{下午右手偏南} \end{array} \right\}$, 無偏北

太陽高度求法方位圖解



表一 改 120 度標準時為本地平時 ($d_1 = \text{經差}$)

表一上

東 經		(d_1)	東 經		(d_1)	東 經		(d_1)	東 經		(d_1)	東 經		(d_1)
用度分	用時分	對120° 之經差	用度分	用時分	對120° 之經差	用度分	用時分	對120° 之經差	用度分	用時分	對120° 之經差	用度分	用時分	對120° 之經差
° /	h m	h m	° /	h m	h m	° /	h m	h m	° /	h m	h m	° /	h m	h m
70 0	4 40	-3 20	83 0	5 32	-2 28	96 0	6 24	-1 36	109 0	7 16	-0 44	122 0	8 8	+0 8
15	41	19	15	33	27	15	25	35	15	17	43	15	9	9
30	42	18	30	34	26	30	26	34	30	18	42	30	10	10
45	43	17	45	35	25	45	27	33	45	19	41	45	11	11
71 0	4 44	-3 16	84 0	5 36	-2 24	97 0	6 28	-1 32	110 0	7 20	-0 40	123 0	8 12	+0 12
15	45	15	15	37	23	15	29	31	15	21	39	15	13	13
30	46	14	30	38	22	30	30	30	30	22	38	30	14	14
45	47	13	45	39	21	45	31	29	45	23	37	45	15	15
72 0	4 48	-3 12	85 0	5 40	-2 20	98 0	6 32	-1 28	111 0	7 24	-0 36	124 0	8 16	+0 16
15	49	11	15	41	19	15	33	27	15	25	35	15	17	17
30	50	10	30	42	18	30	34	26	30	26	34	30	18	18
45	51	9	45	43	17	45	35	25	45	27	33	45	19	19
73 0	4 52	-3 8	86 0	5 44	-2 16	99 0	6 36	-1 24	112 0	7 28	-0 32	125 0	8 20	+0 20
15	53	7	15	45	15	15	37	23	15	29	31	15	21	21
30	54	6	30	46	14	30	38	22	30	30	30	30	22	22
45	55	5	45	47	13	45	39	21	45	31	29	45	23	23
74 0	4 56	-3 4	87 0	5 48	-2 12	100 0	6 40	-1 20	113 0	7 32	-0 28	126 0	8 24	+0 24
15	57	3	15	49	11	15	41	19	15	33	27	15	25	25
30	58	2	30	50	10	30	42	18	30	34	26	30	26	26
45	59	1	45	51	9	45	43	17	45	35	25	45	27	27
75 0	5 0	-3 0	88 0	5 52	-2 8	101 0	6 44	-1 16	114 0	7 36	-0 24	127 0	8 28	+0 28
15	1	-2 59	15	53	7	15	45	15	15	37	23	15	29	29
30	2	58	30	54	6	30	46	14	30	38	22	30	30	30
45	3	57	45	55	5	45	47	13	45	39	21	45	31	31
76 0	5 4	-2 56	89 0	5 56	-2 4	102 0	6 48	-1 12	115 0	7 40	-0 20	128 0	8 32	+0 32

表一 改120度標準時為本地平時 (d_1 =經差) (續)

表
一
下

東 經		(d_1)		東 經		(d_1)		東 經		(d_1)		東 經		(d_1)		東 經		(d_1)											
用度分	用時分	對120° 之經差		用度分	用時分	對120° 之經差		用度分	用時分	對120° 之經差		用度分	用時分	對120° 之經差		用度分	用時分	對120° 之經差											
° /	h m	h m	h m	° /	h m	h m	h m	° /	h m	h m	h m	° /	h m	h m	h m	° /	h m	h m	h m										
76	0	5	4	- 2	56	89	0	5	56	- 2	4	102	0	6	48	- 1	12	115	0	7	40	- 0	20	128	0	8	32	+ 0	32
	15		5		55		15		57		3		15		49		11		15		41		19		15		33		33
	30		6		54		30		58		2		30		50		10		30		42		18		30		34		34
	45		7		53		45		59		1		45		51		9		45		43		17		45		35		35
77	0	5	8	- 2	52	90	0	6	0	- 2	0	103	0	6	52	- 1	8	116	0	7	44	- 0	16	129	0	8	36	+ 0	36
	15		9		51		15		1	- 1	59		15		53		7		15		45		15		15		37		37
	30		10		50		30		2		58		30		54		6		30		46		14		30		38		38
	45		11		49		45		3		57		45		55		5		45		47		13		45		39		39
78	0	5	12	- 2	48	91	0	6	4	1	56	104	0	6	56	- 1	4	117	0	7	48	- 0	12	130	0	8	40	+ 0	40
	15		13		47		15		5		55		15		57		3		15		49		11		15		41		41
	30		14		46		30		6		54		30		58		2		30		50		10		30		42		42
	45		15		45		45		7		53		45		59		1		45		51		9		45		43		43
79	0	5	16	- 2	44	92	0	6	8	1	51	105	0	7	0	- 1	0	118	0	7	52	- 0	8	131	0	8	44	+ 0	44
	15		17		43		15		9		52		15		1	- 0	59		15		53		7		15		45		45
	30		18		42		30		10		50		30		2		58		30		54		6		30		46		46
	45		19		41		45		11		49		45		3		57		45		55		5		45		47		47
80	0	5	20	- 2	40	93	0	6	12	1	48	106	0	7	4	- 0	56	119	0	7	56	- 0	4	132	0	8	48	+ 0	48
	15		21		39		15		13		47		15		5		55		15		57		3		15		49		49
	30		22		38		30		14		46		30		6		54		30		58		2		30		50		50
	45		23		37		45		15		45		45		7		53		45		59	- 0	1		45		51		51
81	0	5	24	- 2	36	94	0	6	16	1	44	107	0	7	8	- 0	52	120	0	8	0	0	0	133	0	8	52	+ 0	52
	15		25		35		15		17		43		15		9		51		15		1	+ 0	1		15		53		53
	30		26		34		30		18		42		30		10		50		30		2		2		30		54		54
	45		27		33		45		19		41		45		11		49		45		3		3		45		55		55
82	0	5	28	- 2	32	95	0	6	20	1	40	108	0	7	12	- 0	48	121	0	8	4	+ 0	4	134	0	8	56	+ 0	56
	15		29		31		15		21		39		15		13		47		15		5		5		15		57		57
	30		30		30		30		22		38		30		14		46		30		6		6		30		58		58
	45		31		29		45		23		37		45		15		45		45		7		7		45		59		59
83	0	5	32	- 2	28	96	0	6	24	1	36	109	0	7	16	- 0	44	122	0	8	8	+ 0	8	135	0	9	0	+ 1	0

表二 改本地平時爲本地真時 ($d_2 = \text{時差}$)

日	一月	二月	三月	四月	五月	六月	日	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	日
	m	m	m	m	m	m		m	m	m	m	m	m	
1	-3.1	-13.5	-12.5	-4.0	+2.9	+2.4	1	-3.6	-6.2	0.0	+10.3	+16.4	+11.0	1
2	3.6	13.7	12.3	3.7	3.1	2.2	2	3.8	6.2	+0.3	10.6	16.4	10.6	2
3	4.0	13.8	12.1	3.4	3.2	2.0	3	4.0	6.1	0.6	10.9	16.4	10.4	3
4	4.5	13.9	11.9	3.1	3.3	1.9	4	4.2	6.0	0.9	11.2	16.4	9.8	4
5	5.0	14.0	11.6	2.8	3.4	1.8	5	4.4	5.9	1.2	11.5	16.4	9.4	5
6	5.4	14.1	11.4	2.5	3.4	1.5	6	4.6	5.8	1.6	11.8	16.3	9.0	6
7	5.8	14.1	11.2	2.2	3.5	1.3	7	4.7	5.7	2.0	12.1	16.3	8.6	7
8	6.3	14.2	10.9	1.9	3.6	1.1	8	4.9	5.6	2.3	12.4	16.2	8.1	8
9	6.7	14.3	10.7	1.7	3.6	1.0	9	5.1	5.5	2.7	12.6	16.1	7.7	9
10	7.1	14.3	10.4	1.4	3.7	0.8	10	5.2	5.3	3.0	12.9	16.0	7.2	10
11	7.5	14.3	10.2	1.1	3.7	0.6	11	5.3	5.2	3.3	13.2	15.9	6.8	11
12	7.9	14.3	9.9	0.9	3.7	0.3	12	5.5	5.0	3.6	13.4	15.8	6.3	12
13	8.3	14.3	9.6	0.6	3.7	+0.1	13	5.6	4.8	4.0	13.7	15.7	5.8	13
14	8.7	14.3	9.4	0.4	3.7	-0.1	14	5.7	4.6	4.4	13.9	15.5	5.4	14
15	9.1	14.3	9.1	-0.1	3.7	0.3	15	5.8	4.5	4.7	14.1	15.4	4.9	15
16	9.5	14.2	8.8	+0.1	3.7	0.5	16	5.9	4.3	5.1	14.4	15.2	4.4	16
17	9.8	14.2	8.5	0.4	3.7	0.7	17	6.0	4.1	5.4	14.6	15.0	3.9	17
18	10.1	14.1	8.2	0.6	3.7	0.9	18	6.1	3.8	5.8	14.8	14.8	3.4	18
19	10.4	14.1	7.9	0.8	3.6	1.2	19	6.2	3.6	6.1	14.9	14.6	3.0	19
20	10.8	13.9	7.6	1.0	3.6	1.4	20	6.2	3.4	6.5	15.1	14.4	2.6	20
21	11.1	13.8	7.3	1.2	3.5	1.6	21	6.3	3.1	6.9	15.3	14.1	2.1	21
22	11.4	13.7	7.0	1.4	3.5	1.8	22	6.3	2.9	7.2	15.4	13.9	1.6	22
23	11.6	13.6	6.7	1.6	3.4	2.0	23	6.3	2.6	7.6	15.6	13.6	1.1	23
24	11.9	13.5	6.4	1.8	3.3	2.2	24	6.4	2.4	7.9	15.7	13.3	0.6	24
25	12.2	13.3	6.1	2.0	3.2	2.4	25	6.4	2.1	8.3	15.8	13.0	+0.1	25
26	12.4	13.2	5.8	2.2	3.1	2.7	26	6.4	1.8	8.6	16.0	12.7	-0.4	26
27	12.6	13.0	5.5	2.4	3.0	2.9	27	6.4	1.5	8.9	16.1	12.4	0.9	27
28	12.8	12.9	5.2	2.5	2.9	3.1	28	6.4	1.2	9.3	16.2	12.1	1.4	28
29	13.0	-12.7	4.9	2.6	2.8	3.2	29	6.3	1.0	9.6	16.2	11.7	1.9	29
30	13.2		4.6	+2.8	2.6	-3.4	30	6.3	0.7	+9.9	16.3	11.4	2.4	30
31	-13.4		-4.3		+2.5		31	+6.3	+0.3		+16.3		-2.9	31

表三 太陽 每日 赤緯

日	一月	二月	三月	四月	五月	六月	日	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	日
1	- 23.1	- 17.4	- 7.6	+ 4.5	+ 15.1	+ 22.0	1	+ 23.1	+ 18.1	+ 8.3	- 3.2	- 14.4	- 21.8	1
2	23.0	17.1	7.2	4.9	15.4	22.2	2	23.0	17.8	8.0	3.5	14.7	21.9	2
3	22.9	16.8	6.8	5.3	15.7	22.3	3	23.0	17.6	7.6	3.9	15.0	22.1	3
4	22.8	16.5	6.5	5.7	15.9	22.4	4	22.9	17.3	7.2	4.3	15.3	22.2	4
5	22.7	16.2	6.1	6.0	16.2	22.5	5	22.8	17.0	6.8	4.7	15.7	22.4	5
6	- 22.6	- 16.0	- 5.7	+ 6.4	+ 16.5	+ 22.6	6	+ 22.7	+ 16.7	+ 6.5	- 5.1	- 16.0	- 22.5	6
7	22.5	15.7	5.3	6.8	16.8	22.7	7	22.6	16.4	6.1	5.5	16.3	22.6	7
8	22.4	15.3	4.9	7.2	17.1	22.8	8	22.5	16.1	5.7	5.8	16.6	22.7	8
9	22.3	15.0	4.5	7.5	17.3	22.9	9	22.4	15.9	5.3	6.2	16.8	22.8	9
10	22.1	14.7	4.1	7.9	17.6	23.0	10	22.3	15.6	5.0	6.6	17.1	22.9	10
11	- 22.0	- 14.4	- 3.7	+ 8.3	+ 17.9	+ 23.1	11	+ 22.1	+ 15.3	+ 4.6	- 7.0	- 17.4	- 23.0	11
12	21.8	14.0	3.3	8.6	18.1	23.2	12	22.0	15.0	4.2	7.4	17.7	23.1	12
13	21.7	13.7	3.0	9.0	18.4	23.2	13	21.8	14.7	3.8	7.7	18.0	23.1	13
14	21.5	13.4	2.6	9.4	18.6	23.3	14	21.7	14.4	3.5	8.1	18.2	23.2	14
15	21.3	13.0	2.2	9.7	18.9	23.3	15	21.6	14.1	3.1	8.5	18.5	23.3	15
16	- 21.1	- 12.7	- 1.8	+ 10.1	+ 19.1	+ 23.4	16	+ 21.4	+ 13.8	+ 2.7	- 8.8	- 18.7	- 23.3	16
17	21.0	12.4	1.4	10.4	19.3	23.4	17	21.2	13.5	2.3	9.2	19.0	23.4	17
18	20.8	12.0	1.0	10.8	19.5	23.4	18	21.1	13.1	1.9	9.6	19.2	23.4	18
19	20.6	11.7	0.6	11.1	19.8	23.4	19	20.9	12.8	1.5	9.9	19.4	23.4	19
20	20.3	11.3	- 0.2	11.5	20.0	23.4	20	20.7	12.5	1.1	10.3	19.7	23.4	20
21	- 20.1	- 11.0	+ 0.2	+ 11.8	+ 20.2	+ 23.4	21	+ 20.5	+ 12.2	+ 0.7	- 10.7	- 19.9	- 23.4	21
22	19.9	10.6	0.6	12.2	20.4	23.4	22	20.3	11.8	+ 0.3	11.0	20.1	23.4	22
23	19.7	10.2	1.0	12.5	20.6	23.4	23	20.1	11.5	0.0	11.4	20.3	23.4	23
24	19.4	9.9	1.4	12.8	20.8	23.4	24	19.9	11.1	- 0.3	11.7	20.5	23.4	24
25	19.2	9.5	1.8	13.2	21.0	23.4	25	19.7	10.8	0.8	12.1	20.7	23.4	25
26	- 19.0	- 9.1	+ 2.2	+ 13.5	+ 21.1	+ 23.4	26	+ 19.5	+ 10.4	1.2	- 12.4	- 20.9	- 23.4	26
27	18.7	8.7	2.6	13.8	21.3	23.3	27	19.2	10.1	1.6	12.8	21.1	23.3	27
28	18.5	8.4	3.0	14.1	21.4	23.3	28	19.0	9.7	2.0	13.1	21.3	23.3	28
29	18.2	8.0	3.3	14.4	21.6	23.2	29	18.8	9.4	2.4	13.4	21.5	23.2	29
30	18.0		+ 3.7	+ 14.7	21.8	+ 23.2	30	18.5	9.0	- 2.8	13.7	- 21.6	23.2	30
31	- 17.7		+ 4.2		+ 21.9		31	+ 18.3	+ 8.7		- 14.1		- 23.1	31

牆壁與屋頂於日間受強烈日照，而於夜間溫度降低使發生膨脹與收縮現象。因此建築物材料宜儘量避免使用膨脹係數不同的材料。在歐洲表面溫度較差可達華氏一百度。至於在乾燥副熱帶地區伊拉克 (Iraq) 與伊朗 (Iran) 等地及在美國西南部其氣溫較差將屬更大。假定直線膨脹係數為 α ，其關係可以下式尋求之。

$$l_t = l_0(1 + \alpha t)$$

上式中 l_0 為一條物質於溫度攝氏零度時的長度。而 l_t 為此條物質於溫度在攝氏 t° 度時的長度。膨脹係數 α 於溫度攝氏零度至二十度間 (華氏三十二度至六十八度)，其單位得以 10^{-6} 或 $(.000001)$ 表示之，如下：

鋼鐵	一〇至一一	水泥及三合土	一〇至一四
磚	九至一〇	沙石	七至一二
玻璃	九		

膨脹係數單位「一〇」表明一條物質於溫度升高攝氏十度 (華氏十八度) 時將增進其長度一萬分之一 (1/10,000)。一條鋼樑於攝氏零度 (華氏三十二度) 時若長度為一百英尺，倘溫度增高至攝氏三十八度 (華氏一百度) 時，其長度將增長半英寸。木質的樑架其因溫度增長率不若鋼質的顯著。其直徑亦將約略增加，但木材對於濕度的變化，則有極顯著的影響。

(1)日照時間 日照 (Sunshine) 不僅在於使室內增暖，且能增益健康，兒童成長如同植物滋生，有

同等需要，日照並有醫療與心理上的效應，亦有清潔環境的幫助。日照亦能促進地面對流，使空氣增進流通作用。因此在建築上天窗或百葉窗 (Louvers) 類似的設計，以法文通稱為 *Brise-soleil*，西班牙文稱 *Quebra Sol* 或 *Quebra Luzes*，英文則稱為 *Sun-breakers*。總之，均含有遮陽通風之誼。日照時數以日照計 (Campbell-Stokes Sunshine Recorder) 所記載的時數為準則，即在天空無雲霧障蔽，而能在日照計紙上錄記留有燒焦痕迹的時間，至於在日落接近地平三至五度時即無法記載日照，但在大都市或工業區域鎮因空氣中所含塵埃質點過多，往往在日落接近地平十度時已無法記載日照。故選擇世界各地幾個地點的日照時數，以資比較如下：

附表七 世界各地每日平均日照時數比較表

地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年
倫敦	一四	二一	三三	五〇	六五	六七	六三	五九	四八	三〇	一八	一二	四〇
漢堡	一一	一九	三〇	五四	六五	六二	五五	五八	四八	二七	一三	〇六	三九
羅馬	三七	四八	五〇	五九	七三	九〇	一一	一〇〇	九〇	五九	四四	三五	六四
莫斯科	〇一	〇四	一九	二四	三三	四〇	四三	三七	二二	〇六	〇一	〇一	一九

玉山	阿里山	臺南	臺中	臺北	南京	上海	開羅
六·四	五·三	六·〇	五·四	二·六	四·四	三·九	七·五
五·九	五·八	七·一	六·〇	二·六	四·三	三·六	八·四
五·五	五·〇	六·八	五·六	二·八	五·四	四·三	九·七
五·六	五·三	七·四	五·九	三·七	四·九	四·八	一〇·八
五·五	四·七	七·九	六·五	四·七	六·五	五·七	二·六
四·六	四·一	七·三	六·七	五·四	六·二	四·五	二·九
六·五	四·八	八·五	八·三	七·三	七·九	六·九	一三·六
五·七	四·一	七·三	七·五	七·一	七·六	七·二	一三·二
五·八	四·二	七·七	七·五	五·八	六·五	五·三	一·一
七·三	五·二	八·一	七·八	四·二	六·五	五·七	一〇·一
七·三	六·二	七·一	七·〇	三·八	五·三	四·九	八·八
七·〇	六·一	六·六	六·五	二·九	三·八	四·七	七·六
六·一	五·〇	七·三	六·七	四·五	五·八	五·一	一〇·三

由上表所列每日平均日照時數中顯示全年日平均日照時數以蘇聯莫斯科為最低，而以埃及開羅為最高。其次如工業都市倫敦與漢堡全年日平均日照率亦較為低。在地面各處各月平均日照時數以夏季較冬季為高。但在高山觀測地點日平均日照時數以冬季較夏季為多，其情形與地面情況適得其反。

(三) 寒冷天氣熱量的散失 在寒冷氣候環境主要的問題是在冬季防止熱量的散失。全年平均屋面僅較

空間 (Open Space) 溫度較高華氏一度，但此溫度較差於冬季與夜間則相去遠甚，於一、二月夜間最低溫度屋面較暖於空間達華氏三度左右。至於在嚴霜時期，其溫度較差可達華氏八至十度，雖此溫度較差可能部份原因由於明朗之夜地面氣溫發生逆增現象所致。此大部熱量的散失係由於外界空氣的傳導作用 (Conduction)。熱量散失的多寡端視下列四點因素：(一) 牆壁與屋面的厚度；(二) 絕緣體的質料；(三) 內部空間單位體積的面積；(四) 外界空氣的溫度與風速。在其他因素相若時，牆壁絕緣的性質每與其厚度成比例。以一般建築材料論，牆壁厚度的增加與冬季最低氣溫成比例。在歐洲於英國南部、比利時與荷蘭一帶，牆壁厚度九英寸已足供禦寒的需要；在西德的牆壁厚度最低約十英寸，在中德與東德牆壁厚度達十五英寸，至於立陶宛 (Lithuania) 與波蘭的牆壁增至二十英寸；蘇聯的牆壁乃達二十八至三十英寸。約略估計牆壁須厚達九英寸倘最冷之月平均氣溫在華氏三十四度 (攝氏一度)。若最寒之月平均氣溫在華氏三十四度以下，則氣溫降低一度，牆壁厚度需增加一英寸。如在冬季平均風力強勁環境的地方，則牆厚更須酌量增加。同等厚度的牆壁，熱量傳導率 (Conductivity) 愈低的材料，則溫度絕緣的效率愈高，空氣若無自由周流 (Free Circulation) 發生，則其本身為良善的絕緣體。因此乾燥而多孔的物質比較緊密組織的石料為佳，而以鋼鐵為最劣。假定以十英寸厚度牆壁以維持內外溫度差別達華氏五十度 (攝氏十度) 在不同材料的牆壁於每小時每平方英尺所需英國熱量單位的差別如下：

毛氈	一·三	石綿	四
平靜空氣	〇·八	水泥	一〇

乾沙石 一·九

鐵 一六〇〇

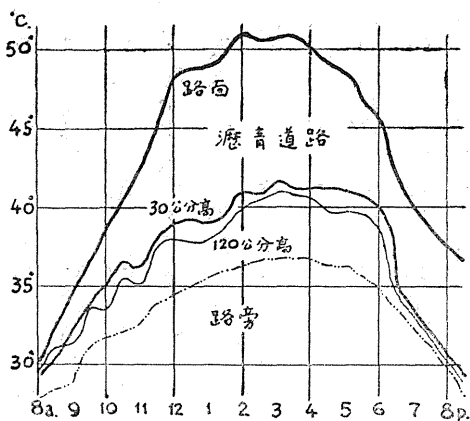
有孔物質的絕緣力往往因空間充塞水分而遭受破壞，因此在外界空氣接觸表面必須加以防水面設施。潮濕牆面比較乾燥而多孔牆面，其熱量散失的差別可自五倍至二十倍之多。潮濕牆壁因蒸發作用 (Evaporation) 而冷却，所以牆壁需求迅速排去降雨而減少其水分吸收。在建築上，每運用雙牆設計以運用空氣爲絕緣體，此則必須防止流動空氣，否則冷空氣流入隔牆間，使內壁因冷却而轉潮濕。且室內空氣亦應設法去濕，然後室內四季恒溫的環境，庶幾可以保持。窗戶常爲大部熱量散失之源泉，因之，窗戶面積可以縮小，並使其縫隙緊密，以隔絕內外空氣流通。倘在極寒冷氣候環境而且室內需要光線，則大型窗扇爲設計必要條件，可採用雙層窗牖，仍以空氣爲層窗的絕緣體，以保持室內氣溫。於屋脊與天花板下常爲暖空氣聚處，同時在屋檐高度的風速亦屬於最大，以致熱能散失亦以此高度爲最大，此點殊屬關於重要而不可忽視。熱量的散失與其面積直線因次 (Linear Dimensions) 之平方而與容積的立方成比例。約略估計的方法，係以建築物直線標尺 (Linear Scale) 的一倍爲加熱內部空間所需熱能每立方碼之半數。地面風速每視其距離地面高度而增加，若以距離地面五英尺爲基準，上升至五十英尺高度，風速將增加地面風速之百分之三十，倘上升至三百英尺時，則其風速將增加至距離地面五十英尺時風速的百分之五十。風速隨高度增加的比率將與高層建築散失的熱量產生相對的平衡。風速隨高度增進率在空氣寒冷時，以夜間爲最大。因此高樓大廈的上層房間於冬季晨間，倍覺寒冷。顯見瓊樓玉宇高處不勝寒。最經濟的設計是頗費思考的，對於低矮的建築物而有良善絕緣的屋頂，宜取與盛行風信平行的

方向，並設計避風林 (Wind-break) 以障礙強風掃蕩於建築物間。至於氣溫下降由於平靜空氣傳導的作用是很緩慢的，但熱量散失在和風時 (每秒五至八公尺) 已屬可觀。戶外的空氣平靜時候鮮少。縱然在自然間風靜狀態下，在牆壁與屋面下仍產生微弱的對流作用。空氣於經過大型建築物時，氣溫些微增加，但在經過小型建築物時，空氣流動較速，但其增暖亦較小。氣溫冷卻的效應約略與風速的平方根成比例。在冷空氣中，風速在每小時十二英里 (蒲氏風級四級) 時熱量的散失約三倍於同等溫度的平靜空氣中散失的熱量。不同方向來的風，其氣溫每有顯明的差異。在冬季寒冷的風經歷高緯度陸地的長程。舉例而言，倫敦於冬季 (十二月至二月) 東風與東北風均自歐洲高緯度而來，其平均溫度約在華氏三十度 (攝氏零下一·一度) 左右。北風均自寒冷洋面吹來，其平均溫度約在華氏三十四度 (攝氏一·一度) 。而西北風的平均溫度則為華氏三十八度 (攝氏三·三度) 。西風雖亦自高緯度而來，但因經歷大西洋上較暖海面的長程，其平均溫度為華氏四十二度 (攝氏五·六度) 。而西南風性質溫暖而潮濕，其溫度高達華氏四十八度 (攝氏九度) 。至於吹過法國乾而冷的東南風其平均溫度約在華氏三十九度 (攝氏三·九度) 。氣溫的差異顯然與氣團來源及其氣流的來向有不可分離的關係。

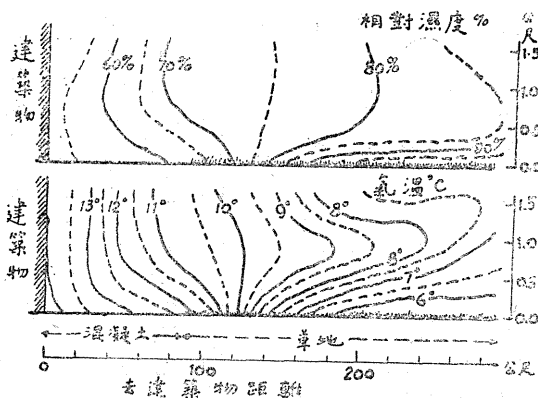
(四) 溫度分佈與地理環境 地面溫度分佈受地理環境的影響十分顯著。地面氣溫每因空氣上升而溫度遞減，此所謂氣溫垂直遞減率 (Adiabatic Lapse Rate)，在乾燥空氣中每上升一千公尺氣溫低減攝氏六度或每一千英尺低降華氏五點四度。但在一般空氣狀況下，每上升一千英尺僅低降華氏三點三度左右。因此空氣在迎風山坡水汽多凝結而為雲，但在背風山坡水汽消失而氣溫增高。此種現象在落磯

山 (Rockies) 則稱為欽諾克風 (Chinook) 而在阿爾卑斯山 (Alps) 則稱為焚風 (Föhn)。使迎風與背風山坡氣溫分佈形為鮮明的對比。在平靜的空氣中山坡上因在不同的傾角於夜間最低溫度亦隨傾角的度數而增加，據蒲魯克斯 (K. Brooks) 實測的結果如次：

傾角 (度數)	一五	三〇	四五	六〇	七五	九〇
夜間平均溫度	六·二	六·三	六·三	六·四	六·六	六·七



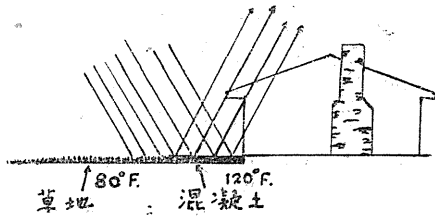
附圖十二 路面與路旁氣溫差別



附圖十三 建築物對於溫度與濕度環境之影響

地面各種土壤的顏色與性質，均在在足以影響及於地面氣溫的分佈，已見前述。分外顯著的於夏季夜間於瀝青道路路面與在路旁氣溫的差別竟能達攝氏十度以上。(參看附圖十二) 耿諾亨豪威 (W. Knochenhauer) 測驗漢諾威 (Hanover) 機場於夜間溫度與濕度分佈受附

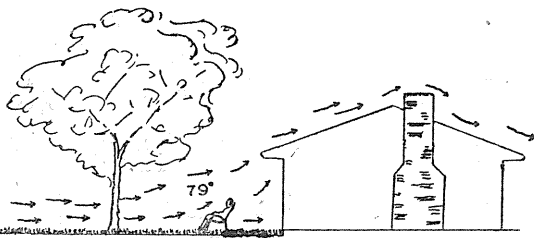
近建築物及環境影響在二百五十公尺距離之內氣溫相差攝氏五度而濕度相差約百分之二十。(參看附圖十三) 同樣情形，費虛 (James M. Fitch) 論房屋前面混凝土露台 (Terrace) 與草地間其間相去不過



附圖十四 露台與草地表面氣溫比較

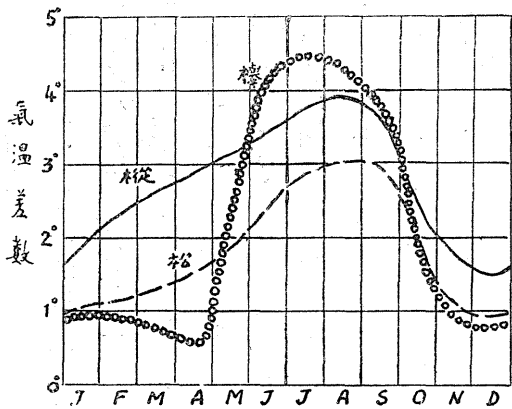
二十英尺而氣溫相差竟能達華氏四十度之多。(參看附圖十四) 相反的，在一房屋街道間相隔七十五英尺，其間有樹蔭與草地鋪設，而在樹蔭下氣溫相差華氏六度，使納涼門前，倍覺舒暢。(參看附圖十五) 樹木與草皮對於土壤蒸發作用增加，直接使空氣涼爽，一株大樹普通每日由葉面蒸發 (Transpiration) 可達一五〇至二〇〇加侖水分。植物對於氣候的影響，據繆鐵樞 (A. Mütterich) 以十五年的經驗，觀測不同種類森林中氣溫日變化比較空曠間氣溫差數，顯而易見在冬季較差小而在夏季較大。櫟樹在夏季可低降氣溫五度而松樹僅及三度左右。由觀測的結果，顯見落葉林與常綠林在冬夏間氣溫變化上的差別，亦可見樅林比較松林的樹蓋為濃密。(參看附圖十六)

地形對於氣溫分佈的關係，至為密切。因冷空氣較重而暖空氣較輕。因此冷空氣往往如水之就下，沿坡而下瀉。在一條鐵道路堤垂直橫斷斜坡時，夜間

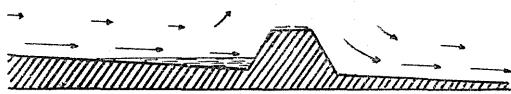


附圖十五 草地與樹木對於氣溫調節之影響

冷空氣每易於聚集於下坡而增多結霜機會(參看附圖十七)。而在堤岸另一方面則花壇錦簇。此類靜夜氣溫分佈在山谷間尤稱顯著。冷空氣下沉於山谷中，形為極寒冷的空氣池，而相反的在其上層則轉為熱空氣庫(Heat Reservoir)。(參閱附圖十八)在平地即為地面氣溫形成逆增現象的主因。從附圖十九中可見在冬季晴夜於印度普那，地面氣溫逆增發展的程序。自旁晚五時至翌晨七時時間地面氣溫漸次低降而在其上層氣溫轉增。冬季地面輻射性霧每在此環境下形成。湖澤對於氣候的影響亦甚顯著，據密德爾敦(W. E. K. Middleton)與米勒(F. Graham Millar)實測加拿大安大略湖(L. Ontario)對於安大略城市氣溫分佈的影響。



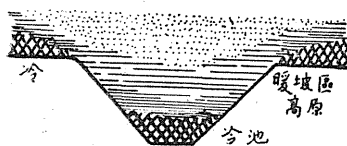
附圖十六 森林區氣溫日變化小於空曠間氣溫度數 (°C.)



附圖十七 鐵道路堤與凝霜位置

山谷夜間輻射冷却形態

山谷夜間最低氣溫分佈

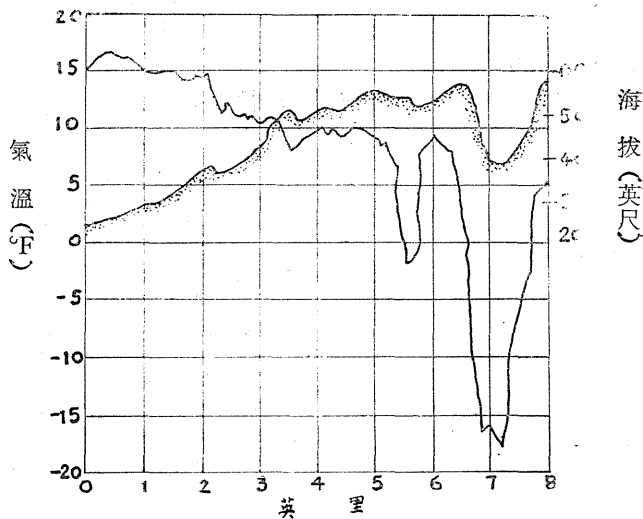
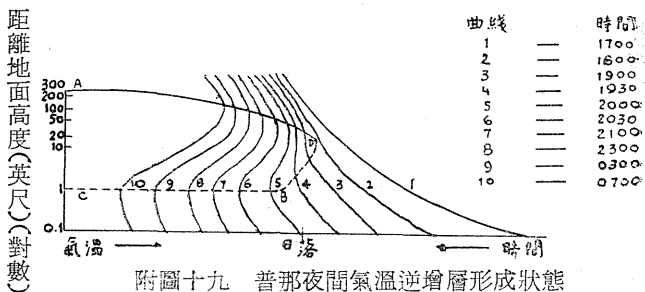


— 輻射面
→ 氣流動向

冷 暖
夜間最低氣溫

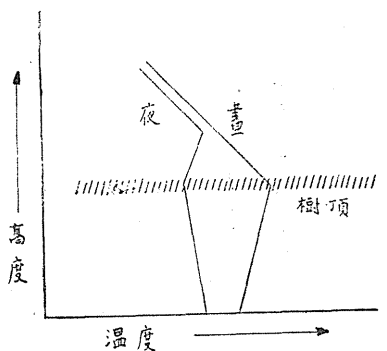
附圖十八 山谷夜間輻射冷却形態與低溫分佈

進而遞減。於夜間則在樹頂以上形成氣溫逆增層次。晚近貝營頓 (H. W. Baynton) 曾於哥倫比亞 (Colombia) 西北部阿屈多河 (Rio Atrato) 與里翁河 (Rio León) 河谷熱帶森中作氣溫垂直分佈的研究



據其調查大體取北西北方向從湖邊至城市北端，發見氣溫差別之大，殊令人有驚異之感。自湖谷至湖脊地形間在七英里處，氣溫相去竟達華氏二十七度以上。(參照附圖二十) 地理環境對於氣候的影響，益足徵信。森林對於地面氣溫垂直的分佈，亦有類似的影響。在一般濃密森林環境，氣溫垂直剖面大抵如附圖二十(甲)。

。於晝間氣溫向上漸增至樹頂。而後氣溫漸次隨高度增



附圖二十 (甲) 濃密森林環境一般於晝間及夜間氣溫垂直剖面

流量 (Flux) 使其上下各層次溫度顯示有同一發生的變化。

。(見一九六五年英國皇家氣象學會季刊九十一卷第三八八頁) 在森林南北兩端各建立微氣候觀測塔一座，並分列八個觀測層次。
按森林枝葉最濃密高度在一〇〇英尺處，而至一四六英尺層次已見空曠，至於一七〇與一九〇英尺層次則淨在樹罩 (Canopy) 上。就下表中所列，可見在樹罩以上溫度上升遞減率直接比例於地面與樹罩之間溫度的增加。在哥倫比亞熱帶雨林垂直溫度分佈與一般濃密森林的差別，地溫度的分佈，其最高氣溫層次並不在樹罩層次而在樹罩層次之上。或由於在樹罩層次氣溫受稠密葉面蒸發與葉上露點的影響，使有異於常態。且或由於在熱帶森林中有垂直熱力的

晝 及天氣狀況 夜	各離地面高度 (英尺) 層次平均氣溫 (攝氏)							
	六·五	三〇	五	七四	100	150	170	190
晝 無雨	二五·二	二五·五	二五·八	二五·九	二六·一	二六·一	二六·二	二六·六
夜 有雨	二四·二	二四·二	二四·二	二四·一	二四·一	二四·〇	二四·〇	二四·〇
氣溫較差 (北)	二·八五	三·一七	三·三六	三·三三	三·六七	三·六六	三·八五	三·九三

(五)自然的照明 照明氣候係指在一個平面所接受的日射與天空漫射 (Diffuse Sky Radiation) 的總稱。照明氣候 (Illumination Climate) 隨緯度，日射高度，地面雲量與空氣混濁度而定。照明度所採用單位為「勒克司」(Lux)。其意義謂一國際燭光自一光源，均勻的直接照明 (Direct Illumination) 一公尺的距離。或一「勒克司」相等於 0.093 呎燭光 (Foot candle)。在空曠間於太陽在地平線以上時，常有足夠的照明，除在有重霧或厚雲狀況之外。在晴空無雲天氣，太陽於地平線以上的直接照明在一萬「勒克司」以上。於一般有雲天氣時照明直接與太陽高度成比例。約為每太陽高度相差十度照明差七百「勒克司」。在晨昏時間於晴天四百「勒克司」，陰天約一百「勒克司」，至日落至地平以下五度時減為零。至於雲層或空氣的障礙須在日出以後或日落之前始有影響。至於民用曦光 (Civil Twilight) 則在日出前與日落後日光經空氣層反射所見的照明。一般而論在地平線下五、六度左右。其時間長短視太陽軌道與地平形成之角度大小而異。在低緯度較高緯度為短，一年中在二分 (Equinoxes) 點時為最短，而在二至點 (Solstices) 時為最長。

於北緯六十度曦光 (Twilight) 在盛夏終宵可見。實際上曦光時間長短，視雲量狀況與地平線上視障情形而定，尤在日出日落前後的天氣狀況有關。在爽晴天氣曦光可見至日落地平以下六度半左右。照明狀況於空曠間端視太陽在地平下距離與天氣狀況的晴陰或雨而異，在建築設計影響上，如街道走向為東西，則曦光照明度可比較準常情況增加百分之十五；若街道走向為南北則曦光照明度將較準常情況減少百分之二十。在地面積雪時曦光照明度亦得增加百分之二十左右。室內的照明狀況將遠遜於曠野，

附表九 曦光時間之長短

緯度	曦光之時間 (分鐘)			
	三月廿一日	六月廿一日	九月廿一日	十二月廿一日
〇	二二	二二	二二	二二
三〇	二四	二七	二四	二七
四〇	二七	三二	二八	三〇
五〇	三二	四四	三三	三八
五四	三五	五四	三六	四三
五八	三九	一時一六分	四〇	五一
六二	四四	一	四六	一時〇五分
六六	五一	一	五三	一時四〇分

其差別將由於房屋的窗戶大小及其面朝方向與其自窗內所能見地平角度的大小及房間的位置而定。

(c) 空氣的混濁度 清鮮的空氣是供應人羣生活與工作重要的條件。自然空氣的流通仰賴於風，但是風亦能攜帶不潔物質如烟突中的烟灰與地面吹起的塵埃而形成空氣污染 (Pollution) 的泉源。近地面的塵埃是最困擾的尤其在轉角處，固質的塵粒與燃燒的氣體每集在屋檐高度層次最多。通常最清鮮的空氣為自地面至屋檐間四分之三高度處，但在房屋的背風面由於渦流作用易於使污染空氣向下。製造糖菓或

化粧品之工廠必須有清鮮空氣因此其位置須取與空氣污染之來源迎風的方向。在英國此類工廠皆在伯明罕城 (Birmingham) 的西南。植物對於清潔空氣甚有效應。在污染空氣來源方向宜於適當迎風距離栽植一帶樹林，以作有效的防止。空氣中不潔物體對於建築有相當損害的力量。大部份空氣中酸性不潔物質由降水帶下，倘滲入牆內，酸性物即侵蝕牆壁石灰體。當牆壁表面將鹽類乾燥時即見裂縫，而造成洞穴，使下部物質腐蝕。若欲解除此項困擾，須使壁面光滑而不透水，且使雨水易於瀉去。空氣中不潔物質，例如海面空氣含有豐富鹽類即二氧化硫對於金屬物質的侵蝕銹腐力甚強，倘含有固體炭素粒子，則腐蝕更顯迅速。空氣污染問題隨工業發展而日益嚴重，歐美工業都市均深注意於此問題的研究，容後再分列一章言之。

(七) 霜、霧、雨、雪的影響

霜與霧的分佈與地方的地形有密切連鎖的關係。霜純為陸上的產物。霧

在陸上所形成的輻射霧與在海上所形成的混合霧，雖其形成的環境與時季或有不同，但其集聚塵點，障礙視程均屬一致。霧與霧在健康觀點上，在光與熱的消費上，在工業成品、建築與衣物損害上與交通時間在延誤上說，均屬於不利之處。地理上優越的位置乃在於窄狹山脊迤邐平夷南坡，在半山以上有清鮮的空氣，而於山頂雲冠與強風層次以下。在高原的側面位置往往欠合理想，由於在廣大高原面積，常為寒冷空氣的泉源。因自然流通空氣受到阻碍，霜與霧於夜間每發生在山谷間。此類屏障物可能為窄狹山谷，一排樹林，甚至鐵道堤岸，在障礙物以上亦顯然呈現霜線或霧線。若在此類山谷環境之下，則自由空氣氣流問題，允宜予以考量。在英國哈德福郡 (Hertfordshire) 下層山谷夜間氣候每與一、一一〇英尺

高處的亞伯丁郡 (Aberdeenshire) 與在北平寧山脈 (Pennines) 於一、八四〇英尺高度的摩爾霍斯 (Moor House) 的氣候相若，乃爲一顯明例證。在不同山坡位置對易於凝霜的情況未盡一致。由山脊下流的寒冷空氣每視其阻力最小處奔放，倘遭遇障礙即行轉向分流。因此可設法使寒冷氣流匯集於一條路徑。在晴夜地面與建築物均曝露於強勁寒冷氣流中，在此情況下可栽植樹木或築牆以間接的引導寒流分散而不致集中瀉下。在凹地與山谷中最不利的氣候環境在於曦晨與夜間，於冬季嚴厲寒潮 (Cold Spell) 來時谷中霜霧可能相持終朝。在夏季烈日天氣，常酷熱竟日，雖至日已西落。此類地區亦非絕對不適合於建築辦公處所，因晨間尙稱涼爽，夜間亦不予以利用。但此類凹地若設計建築住宅、花園或菓園則殊不相宜。霜可毀損牆壁或道路使其表面剝落 (Exfoliation or Flaking)。其重要因素並不在於寒冷的程度而在於其氣溫波動在冰點上下變化率的頻繁。此點可由陰處氣溫低於冰點溫度下的日數 (Frost-days) 所謂霜日與整日氣溫在冰點溫度下的日數 (Ice-days) 所謂冰日計算比較。在英國冰日甚少，於冬季在沿海岸地區全年平均不過一、二日而已。在英格蘭內陸高地即增至四日，蘇格蘭南部約爲七日至於更高地區冰日日數將更增多。中國各地有霜日數分佈，亦可見其緯度愈高，霜日數愈多。沿海地區往往比較其同緯度地點霜日數爲少，至於在內陸高原地帶亦有與歐洲類似的情形，昆明緯度與臺北 (北緯二五・〇二度東經一一一・三一度高度八・〇公尺) 相近，昆明全年有霜日數三十九天，而臺北於全年無有霜日數。其差異顯而易見。有霜日數於英國康瓦耳 (Cornwall) 與威爾斯 (Wales) 沿岸一帶約近十天左右，英格蘭一般地區約有四五十日，東部低溼內地約七十日，而蘇格蘭有霜日數達一

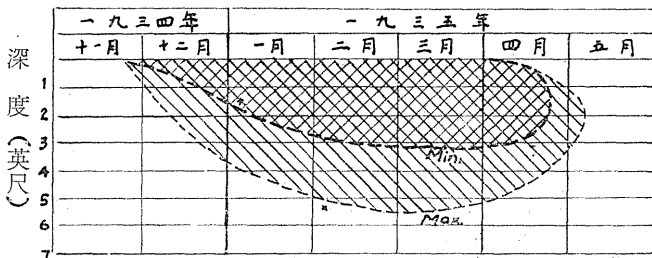
附表十 中國各地霜雪日數

地名	經度(北) 度分	緯度(東) 度分	高度(公尺)	霜日數	降雪日數	積雪日數
哈爾濱	125	126	151	155.6	31.1	97.6
瀋陽	123	123	115	133.5	31.3	71.9
大連	122	122	116	133.4	26.1	33.9
北平	116	116	115	141.0	26.1	33.9
青島	119	119	115	141.0	26.1	33.9
徐州	117	117	110	141.4	26.1	33.9
南京	118	118	110	141.4	26.1	33.9
上海	121	121	113	141.6	26.1	33.9
漢口	113	113	113	141.6	26.1	33.9
重慶	105	105	114	141.6	26.1	33.9
昆明	103	103	117	141.6	26.1	33.9
杭州	120	120	110	141.6	26.1	33.9
長沙	113	113	110	141.6	26.1	33.9

百日。中國瀋陽有霜日數有一百三十四日，大連、北平等處約有四、五十日，上海、杭州一帶約近三十日左右。有霜日數多寡與地形有密切連繫。於中歐、東歐、西伯利亞、與北美洲北部等寒冷地區於冬季

冰日數甚多。冰、霜的寒害實無大殊異，僅在於其程度的差別而已。

霜、雪對於建築設計上的重要性乃在於冬季霜雪滲透的深度。此點端賴下列三種因素而定：(一)



附圖二十一 蒙特利爾冬季地面凝霜深度

平均氣溫在零度 (華氏三十二度) 以下時期的長短及其嚴重性；(二) 積雪日數與積雪深度；(三) 土壤的性質。(一) 霜滲透的深度約與冰點溫度下積溫 (Accumulated Temperature) 平方根成比例。此積溫值得取各月冰點下氣溫之積。在英國一般冬季的長短每與嚴寒程度作比例霜透入裸地 (Bare Ground) 的深度於最冷之月溫度在冰點下五度華氏 (攝氏零下二〇・六度) 時約為一英尺至二英尺。一八九五年大寒自一月二十六日至二月十九日倫敦平均氣溫為華氏二十六度 (攝氏零下三・三度)。一英尺深度地溫表最低讀數為華氏二十八度 (攝氏零下二・二度) 至三十二度 (攝氏零度)。水在地下二・三英尺深度以下仍然凍結，可能由於地面表層溫度已達冰點經鐵管傳導作用使下層溫隨之低降。加拿大蒙特利爾 (Montreal) 於一九三五年三月地面凝霜深度最高達六英尺。(參照附圖第二十一圖)。於嚴冬各地區霜期往往因水泥與三合土對溫度影響的關係，使建築工程進行時期縮短。在中歐於日平均氣溫在華氏五十度以下即有結霜危害，倘遇緊要工程則需運用電力加熱，始能工作。據魯迪客 (R.

Hrudicka) 稱於氣溫在攝氏零度以下時，每降低氣溫一度每立方公尺所需熱量約爲一千瓦時(Kilowatt hour)。在英國因霜停工之日約爲一年中有霜日數之三分之一。(11) 鬆散的雪是良善的絕緣體，一層厚的積雪可阻止地面溫度下降至冰點以下。據在美國芝加哥觀測得一次積雪中，雪面上三英尺氣溫爲華氏零下十九度，在積雪表面氣溫爲華氏零下二十七度，但在雪面下七英寸處氣溫竟達華氏零上二十四度。新雪的傳導率約爲空氣的三至四倍；大略約爲尋常結實土壤的一半；而約略相等或略高於鬆散土壤或疏鬆沙土。因此一層鬆散的新雪一英尺厚度大致約略等於二英尺乾燥表面土壤。積雪轉爲堅實後，其熱力傳導率將隨之增加，陳雪將三或四倍於新雪。(12) 土壤絕緣的效應視其每單位體積內所含的空氣容量而定。傳導率將迅速增加當水或冰替代空氣之後，於是在土壤飽和後使結冰的深度亦大爲增加。在水結冰後其嚴重的影響爲使凍結潮濕土地抬高而可能使建築物發生裂隙。爲切除此項困擾，建築物的基礎須樹立於凍結地面層厚度之下。

在空氣層下層於迎風山坡，降雨量隨高度增加。於英國降雨量增加率在西南部山區約每一百英尺增加百分之二或三，而在北部威爾斯(Wales) 山區可增加達百分之四。以臺北(高度八公尺) 年雨量論約二一二公厘，竹子湖(六〇〇公尺) 年平均雨量約達四八三七公厘，若以雨量高度增加率論，則在每百英尺百分之六左右。若干地區迎風山坡與背風山坡的雨量分佈，彼此相去遠甚。因此恒定風信有經濟上的重要性。在熱帶區域如夏威夷或南部印度在海邊迎風面山坡年雨量在一百英寸以上，而於相近地區背風面山坡年雨量僅三十英寸左右。相形之下，太濕與太乾的氣候似均欠適宜於居住的理想。降兩天氣往往延遲建築工程時期。英國規定兩期標準以每時降雨率達〇・〇〇四英寸或十分之一公厘即稱兩日

附表十一 降雨强度分級表 (單位英寸)

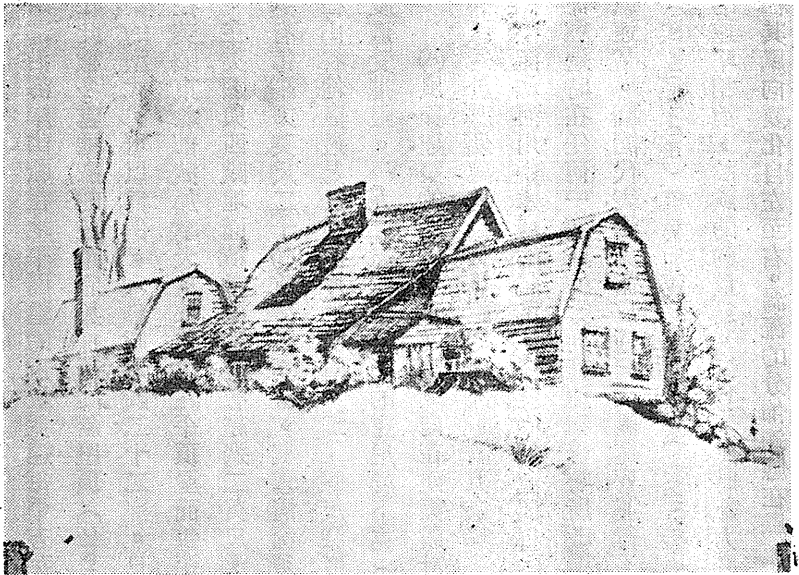
强 度	時 間				
	五 分 鐘	三 十 分 鐘	一 小 時	二 小 時	二 十 四 小 時
一 細 雨 Barely perceptible	。	0.001以下	0.00以下	0.00以下	0.00以下
二 小 雨 Very light	0.00以下	0.001—0.01	0.00—0.01	0.00—0.01	0.00—0.01
三 輕 雨 Light	0.00—0.01 —0.25	0.01—0.01 0.25—0.76	0.01—0.01 0.37—1.02	0.01—0.01 0.51—1.27	0.01—0.1 1.02—2.54
四 中 雨 Moderate	0.01—0.01 0.25—0.76 mm	0.01—0.1 0.75—2.54 mm	0.01—0.1 1.02—3.81 mm	0.01—0.1 1.27—5.08 mm	0.1—0.1 2.54—10.16
五 大 雨 Moderately heavy	0.01—0.01 0.76—2.03	0.1—0.1 2.54—7.62	0.1—0.1 3.81—10.16	0.1—0.1 5.08—12.70	0.1—1.0 10.16—25.40
六 重 雨 Heavy	0.01—0.1 2.03—5.08	0.1—0.1 7.62—19.05	0.1—1.0 10.16—25.40	0.1—1.1 12.70—31.75	1.0—1.0 25.40—76.20
七 暴 雨 Very heavy	0.1—0.1 5.08—10.16	0.1—1.1 19.05—38.1	1.0—1.0 25.40—50.80	1.1—1.1 31.75—63.50	1.0—1.0 76.20—152.40
八 狂 雨 Torrential	0.1—0.1 10.16—20.32	1.1—1.1 38.10—63.50	1.0—1.1 50.80—88.90	1.1—1.1 63.50—127.00	1.0—1.0 152.40—304.80
九 災 雨 Phenomenal	0.1以上 + 20.32	1.1以上 + 63.50	1.1以上 + 88.90	1.1以上 + 127.00	1.0以上 + 304.80

。在英國西部及北部低地年平均雨時數約六百小時而在中部與倫敦附近年約五百小時。以臺北降雨日數論，年平均約一百八十六日而在竹子湖則達一百九十九日。至於臺灣各地實際降雨時數的紀錄，尙有待於整理。至於在溫帶地區在北緯四十五度至六十度間降雨時間約略與其日數相等。在低緯度則降雨強度 (Intensity of Rainfall) 增加而降雨時期相當的減少。茲以降雨強度對於戶外作業的影響，排列降雨強度分級表如下：(參照附表十一)

從前表觀察，降雨強度在輕雨標準以下不致有影響於戶外作業。在英國有四分之一降雨期間，屬此類型。中雨雖有影響，然尙可不致阻止戶外作業。大雨時則戶外無法工作，暴雨時已能造成積水現象，至於狂雨時則可形成廣泛的水災。降雨強度的影響隨各地準常雨量變化而異。譬如在英國二十四小時最大雨量僅在勃魯登 (Brunon) 於一九一七年六月二十八日記載得九點五六英寸。但在印度的乞拉朋吉 (Cherrapunji) 則十英寸的日雨量乃屬於平凡的事實，臺灣斗六地方於民國四十八年八月七日二十四小時內降雨量達一千公厘以上(約四十五英寸)。降雨強度三倍於災雨標準以上，其雨勢凶猛可以想見。雨滴下落的速率每視雨點的直徑而異，茲依據實驗中測得在穩靜空氣中雨點直徑與其垂直下降的終端速率的 (Terminal Velocity) 關係如下：

附表十二 雨點直徑與降落速度關係表

雨點直徑 (英寸)	0.011	0.041	0.10	0.14	0.10	0.11
	0.51mm	1.27mm	2.54mm	3.81mm	5.08mm	7.62mm
降落速度 (每秒)	1Ⅲ	1Ⅳ	1Ⅴ	1Ⅵ	1Ⅶ	1Ⅷ
英尺)	3.96 m	4.877m	7.315m	8.534m	9.144m	9.144m



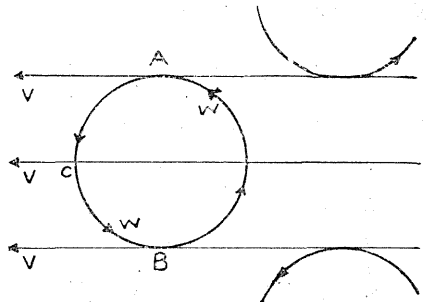
附圖二十二 美國新英倫古老建築的型式

雨點直徑為百分之二英寸（約〇·五公厘）時，其下降速率為每秒十三英尺（約四公尺）。但在雨點直徑增加至十分之一英寸時（約五公厘）時下降速率僅為每秒三十英尺（約九公尺）。雨點最大直徑為十分之三英寸（約七·六公厘），因受空氣阻力影響，不再能增大體積而即分裂為更細小的水滴。至於雨滴因風斜落的速率，其值約為風速的平方與終端速率之和的平方根。

雪在世界若干地區建築設計上至關重要，因積雪將增加屋面分外的荷負。世界多雪的地區如阿拉斯加及美國北部一帶山區，加拿大的英屬哥倫比亞與日本東北部。任何山區面風近海於寒冷氣候環境中每屬於多雪。新雪的重量往往須視其『鬆亂』（Fluffiness）程度而定。平均值每立方英尺約重六磅半。待雪漸轉緊實每立方英尺的重量漸增。陳雪可重達三十磅，即約五倍於新雪的重量。在北美洲

西部沿海岸山脈在地平面雪的重量竟達每平方英尺二百五十磅，約略相等於每一平方碼雪的重量一噸。在此種多雪地區的建築宜於採用陡斜屋頂 (Steep Roofs) 以便使積雪容易瀉下美國新英倫各州古老建築的型式，可以爲例。(參照附圖二十二)。日本古代建築亦然。若在屋面傾斜度達六十度每無積雪。在美國東北部與加拿大東部積雪在平頂屋面每平方英尺約重五十磅。紐約一般建築屋面荷負重爲四十磅。在英國與西歐地面積雪深度鮮有超過二英尺，約相等於每平方英尺十三磅。因此在平頂屋面設計需至少每平方英尺二十磅重荷負雪量。積雪情況須視各處地勢而不同，積雪受風吹移而使堆積厚度增加，在山谷地區最易於有深厚的吹雪。二、三尺深度的積雪於屋面所增加的重量似屬無多，但已足使一大廈遭受摧毀。一九二二年華盛頓的克尼幹卜克 (Knickerbocker) 戲劇院坍塌的災害爲一顯然的例證。

(八) 風與建築的關係 風速與風向在建築設計的位置與結構上所均需考慮的問題。尤爲重要的爲風壓與風對於塵烟與有毒臭氣體的分佈。倘須瞭解風的效應，必須知風的結構。風爲氣流的動態，而空中氣流不能如河川中水流的規則。在空中氣流運行中雖在比較平坦地區常產生若干渦流 (Eddies)，在一渦流經過時在任何一點風的方向與速率皆有所改變。就以上亂流結構說明圖中，直線表示氣流走向與假定風速 V 。圓圈代表渦流循環反鐘向依風速 W 運行，當渦流經過 A 點時，風速因兩種氣流相合，故風的動量 (Momentum) 爲 $A+W$ 。此謂陣風 (Gust)。至於在渦流經過 B 點時，兩種氣流方向相反，因此風的速率相消，故風的動量爲 $V-W$ 。此時風力驟降，謂之風歇 (Lull)。至於在 C 點時風速無大變化，但其風向變化自左至右。渦流的分佈適應在風流 (Wind Stream) 中極不規則，其結果在一處每發生連續



附圖二十三 渦流結構說明

性的陣風與風歇而有小的風向改變。渦流的直徑僅有五十至一百英尺間，隨空氣主流增進。陣風與風歇相間，其空間僅相隔數秒鐘，大致平均約七秒鐘。陣風的發生，多由於崎嶇地形或高大建築物而起。陣風強度之計量，用陣風與其風歇期間之風速總差對平均風速（即陣風與風歇間之平均值）之比表示之。通常稱為陣風因素（Gustiness Factor）。假定平均風速為每時二十五英里，而陣風時風速為每時三十英里，風歇時為每時二十英里，則陣風因素為以平均風速二十五哩數值，除其陣風與風歇間之差值十哩，則得陣風因素〇·四。觀測陣風時須在極端風速至少到達每時十六哩，而陣風與風歇間風速變化至少相差每時九哩。陣風歷時常不足二十秒鐘。氣流中有渦動作用時，空氣常甚騷亂（Turbulent）。記載陣性風最適宜的儀器，以戴恩氏（Dines）所設計的壓管風速計（Pressure-tube Anemometer）為較合理想。此種儀器所記載的陣風平均可達一二秒鐘。陣風因素平均值以〇·五至一·〇為空曠適宜位置。在附近有樹木或高樓大廈時可增至一·五。此因素隨高度減低，即空氣氣流比較平穩當距離地面高度較高。風的陣性於下午最強而在清晨最弱，其差別約在二分之一至三分之二之間。短時間內風向的變化亦視陣風因素交換。當陣風因素低時，風向變換度數亦甚小，在一小時以上的極端差可能僅屬於風向西轉西南西而已。若在陣風因素極大時，風向轉變亦大，可能由南風轉為西北西風。普通風速計僅能記載平行氣流的風速，但氣流中同時有垂直的運動

。從工廠烟突中所產生的烟塵常可見形成以平行軸而擴展的錐狀烟圈，顯示空氣中有垂直氣流的動態。對流性渦動可能同時發生在一窄帶上達數百英尺寬度。統稱為颶線 (Squall Line)。於颶線經過時最可能產生災害。

風壓對於建築物的影響 當風遭遇一建築物時，風在物體的迎風面即施以壓力而直接影響及於建築物的內部。在背風面於氣流在每面上層經過時，因抽吸作用 (Suction Effect) 空氣被吸出而形成半真空 (Partial Vacuum) 狀態，因此在面牆所受的力係直接朝外。於是空氣堆積推向向風方面，空氣乃向屋頂逸出。孤零的建築空氣可流經任何一面。由於其動量影響空氣吹起建築的一面不能立即平息。於是此抽吸作用或抬舉力量影響及於一部或整個屋頂。倘屋脊為平頂或有傾斜度 (Pitch) 小於四十五度角此抬舉效應將擴展至整個屋面；倘此傾斜度超過四十五度角以上則此壓力推向於向風面，而抽吸作用產生於背風面。抽吸作用對於近似平頂的屋檐威力極強。事實上對於一建築物，風的抽吸作用每超過於其壓力，因此窗牖常遭受吹出。此最受騷擾的區域乃為屋脊背風的屋面，在該處循平行軸形成渦流，空氣在屋頂層以上隨風向流動而與其下層風向相反。由於陣風與風歇，更迭相繼，其風向不時變遷，渦流因而分裂，而排除下風 (Down Wind) (氣流為與風吹送相逆的方向)。此類渦流在建築的背風方向使發生氣壓急變 (Alternating Pressure) 與強烈抽吸作用而易於形成損害現象。

由風所生的壓力每與風速之平方成比例。一平板面與風向相垂直，其承受的壓力為 $P = 0.003 V^2$ ，就前式中 P 為每平方英尺所受壓力以磅為單位 (在戴恩氏風速自記紙上合成壓力一毫巴約等於每平方英

尺(二磅)。而V爲風速以每小時英里計。湯馬斯(A. M. Thomas)稱謂『速壓』(Velocity Pressure)。在平板後方所受的抽吸效應(Suction Effect)必須加諸於受風面之壓力。其結果在受風平面的總壓將超過『速壓』。在矩形平面如橋梁上所受總壓約二倍於『速壓』。在高嵩建築物其直接向風面所受總壓約一點六倍於其『速壓』。至於在方形平面的廣告牌，其所受總壓約一點一倍於其『速壓』。彎曲表面對於氣流經過所受阻力較小，因此其所受壓力亦因之減小。譬如圓柱形受壓面積尚不達其總面積之半，而僅爲與其風向成直角平面的投射面積，或略小於其總面所受壓力的三分之一。在烟囪、豎管或蓄水桶所受的壓力僅爲 0.8 或 0.7 乘其有效面積的『速壓』。密特爾登(C. A. Middleton)由實驗與計算得在大風時圓柱體所受總抽吸力遠超過於其總壓力。但壓力在直接面風方向僅有圓周的六分之一。而最大抽吸作用乃在其另一面與迎風面直徑相垂直的方向。杜區民(Duchemin)公式引述一平面與風向形成直角所受風壓的關係應乘以 $2 \sin \theta (1 + \sin^2 \theta)$ 。式中 θ 爲建築物面與風向間所構成的角度。世界各國對於建築物應承受風壓的建築規定不相一致。但一般安全限度需要以每平方英尺三十磅壓力爲標準在建築物整體或在其曝露部份。此標準等於最大陣性風速達每小時一百英里。在英倫三島地區此最大風速已屬稀有。陣性風強度每有地域與時間限制。一般渦流直徑約五十至一百英尺，其最大平均壓力在任何建築上約一百英尺。若渦流直徑更長則其最大平均壓力在任何一點將更減少。據富蘭明(R. Fleming)估計百分之七十五爲安全數值。若干脆弱的建築如無線電塔、烟囪之類對於風壓感覺敏銳，對於此類建築物最大陣風風速超過二秒即可爲應力(Stress)良善的測驗。至於巨大的建築因有較大的慣量

(Inertia)，因此其有效最大風速可達數分鐘時期，而得以最大陣風風速百分之七十為其安全限度。至於其精確數值則須依據陣風性因素而定。一建築物受他建築物的庇護其所受壓力自可減少，但此蔭蔽的建築物轉入曝露的建築物背風向抽吸作用區域範圍，堅牆與圍籬受相同的影響。最佳的庇護物為一排樹木或空曠籬圍可能減低風速而不致產生危險性渦流。另一種損害的可能在一般設想所不及，乃為建築物的振動周期 (Period of Oscillation) 若遇與陣風周期 (Periodicity of Gusts) 相合時則可能發生同振 (Resonance) 作用。杜玲 (K. Döring) 曾引述鋼筋水泥建築的三百三十英尺高度的烟囱其平均振動周率為一點四秒，但若更強勁的風力，其周率可能增加。富蘭明 (R. Fleming) 稱由紀錄指示，若干輕性建築物在大風 (Gales) 時的振動周期為四秒。至於重性建築則有較短周期的較小振動。在陣風與陣風平均間隔時間約在七秒鐘光景。地面最大的陣風風速發生於陸龍捲風中。估計其中心風速最高可達每時四百英里，但其災害範圍較小，此種猛烈小規模的旋風，其有效豫告方法至今尚在研究中。

烟霧的消散 在烟囪林立的地區對於風向與風的結構是很重要的，因在烟囪中不僅噴射烟塵且可能含有部份有毒氣質。因此地形對於風信的影響及亂流 (Turbulence) 對於烟霧的擴展與消散的效應為二樁應注意的現象。在窄狹而偏巉的山谷區，地方風信每循山谷發展。強勁陣性風每沿山谷上下吹拂。此種事實必須予以考慮烟囪的位置，因有毒氣質每能影響而有危害於谷中其他地區。例如於哥倫比亞河谷在英屬哥倫比亞有臭味的氣體可延山谷南下而影響及於華盛頓州的穀物。平行方向的擾動 (Disturbances) 地形可能使其盛行風向向上或向下。一般大氣的周流必隨其主要地形變化，但其向上吹上山坡的

氣流僅得由動量繼續一較短距離，然後氣流重復下降而達地面進展至四分之一或二分之一英里光景而推向背風山頂。在此情況下，山頂每有強風而有經常的下降氣流。若在山的背風山坡地勢險峻，則多有強盛渦流，風信常與盛行風向相反。此種下降氣流每有影響於爐竈燃燒而將煙塵吹至地面。在此下風(Down Drafts)與山頂間可有一較寧靜風區，但風的陣性甚強。可從煙囪中吹起的炊煙加以觀察，煙羽(Smoke Plume)漸向地面擴展而以地平軸心形成一錐體狀。在風陣性強時則煙羽擴展迅速而此煙錐有寬廣頂點(Apex)，倘氣流分外平靜，則煙羽擴展緩慢而煙錐僅有狹小頂點。在煙囪中氣流旺盛時，則煙氣向上冒起頂端若干距離，然後分散，在煙氣上升的速率約兩倍於地面風速時，此影響始見顯著。一般情況下沉氣流即加以忽置，而煙尾以煙囪高度推算，煙錐的擴展率每受煙囪口直徑之影響，而控制在煙囪後緣垂直軸渦流的大小。大的煙囪之後亂流比較小的煙囪愈甚。大體一孤獨的煙囪中煙氣降落地面每須視煙囪高度，煙囪口徑與陣風因素及煙囪氣流狀況而定。據調查煙囪高度一百六十英尺，煙氣集中地面於陣風極強時約在離煙囪七百二十碼處；平均狀態在一千三百碼處；在空氣平靜無亂流時在三千四百碼處。蓋在一般準常空氣平流中所生現象，倘在下降氣流發生時，則煙氣集中最大地區即在煙囪足底附近。因是在向風工廠建築後方每有空氣擾亂極盛區域，且此亂流空氣層可能上達屋脊高度。下風渦流每發生在煙氣初起時節，而煙氣消散於亂流空氣中在建築的後方或上方。又調查在芝加哥某工廠煙囪高度二百五十英尺，其煙氣集中地面所在地點約在距離煙突一二五〇英尺處。亂流氣層愈接近煙突高度則空氣污染情形，將愈形嚴重，在煙突高出於亂流氣層高度以上，則空氣污染的程度可以減輕。其有

效處理方案即在烟突上安置噴口管，使其高度增加，口徑減小。因而收烟突有效高度提高，烟氣上升速率增加，在噴口管後的渦流活動小於烟突後的渦流，因而使烟塵下降率延緩。在工廠烟突中排洩有毒性氣體時則在迎風面宜採用流線設計，而在後面廠房屋脊應採較小傾斜角度。烟塵散佈於空氣層中常有向上與向下的氣流，向上的氣流危害較少。在地面天氣常有氣溫逆境現象 (Inversions) 即在地面為冷空氣層而在其上覆蓋暖空氣層，烟塵常集於覆蓋層之下，而形成一層濃厚外罩，常為城市烟霧的淵源。在此種環境之下，有毒氣體對於人類健康殊有危害。一九三〇年十二月三日及五日邁士河上因有毒烟霧，使老弱死亡人數有六十四人之多，此僅歷史上一次的例證而已。

(九) 風雨交侵的損害 雨水侵入牆隙常直接發生機械的損害，此種損害如在強風暴雨時候分外嚴重。雨的滲透力為雨的強度與風速的平方成比例。雨滴分裂為無數細小水滴，因風力深入牆隙，此種破壞作用，賽爾姆 (W. Thelm) 稱爲『擊雨』 (Schlagregen) 英文譯稱爲 (Pelting Rain or Shock Rain)。最低『擊雨』破壞性條件須風力達每時三十四英里而降雨強度在每時〇・〇一英寸或每日四分之一英寸。較強的『擊雨』風速須在每時二十五英里而降雨強度在每時〇・五英寸，強勁的『擊雨』應以風速每小時三十英里而降雨強度在每時〇・三六英寸；或風速在每時三十五英里而降雨強度在每時〇・二五英寸。若此環境連續至二或三日以上，嚴重的損壞性將可豫見。此種風雨交侵對建築實質的損害在英國西海岸與歐洲西北海岸在冬季年有數次發生，而此種實質研究尚在研究發展中。

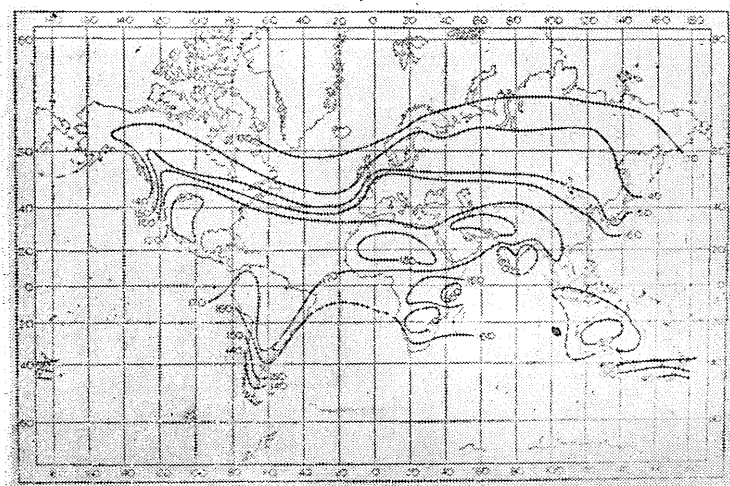
第三章 氣候與物料的損壞

在自然氣候環境中，物料往往因氣候因素變化，歷經時日之後，即漸趨於損壞。此損壞現象要不外乎受氣候上物理的，化學的與有機體的物料結構的影響，尤以工業成品更爲顯著，機械的影響起因於極端溫度的變化與過多的熱量。例如冰霜對於道路或建築物的影響，化學的影響若腐蝕 (Corrosion) 與有機體的影響如霉爛現象皆由於高溫與高濕混合的影響，在地球表面受自然氣候的影響可以改變地質整個的形態，如經過長久時間的風化 (Weathering)、沖蝕 (Erosion)、風蝕 (Abrasion)、與腐蝕 (Corrosion) 等作用之後，可形成另一個新的地理環境。工業製造成品或建築材料，倘若與自然的地質年代變化比較，值覺得其渺小不可以相比喻。因此氣候變化對於物料的損壞與其壽年，更顯出有其嚴重性與密切的關係。

日射熱量與高溫 一般氣象機構報告的溫度爲空氣溫度，而此氣溫又屬於蔭下的流通氣溫。一件物體若直接曝露於日光下，其所收受日射的光熱必然的溫度將高於氣溫。在空氣中直接曝露於陽光下的溫度，須視日射量的多寡，物體表面的性質、顏色、熱容量與傳導率。由於這些自然的環境，可以推定所經由物體環境反射作用與輻射作用所賦予的熱能，及其一部份由於空氣流動作用而熱能由於空氣傳導作用而散失的熱量。在這些因素中最重要的是屬於入射太陽輻射 (Incoming Solar Radiation)。入射太陽輻射量的多寡須憑日射高度，即是緯度與季節的關係。地球表面各緯度平均氣溫的分佈，可參照附表十三。此外在大氣層內尚有淨潔度 (Purity) 與乾燥度 (Dryness) 的影響。物體外表的顏色亦相當的

附表十三 各緯度平均氣溫(攝氏)表

緯度	年平均		一月	七月
	一	七	月	月
(北)	九〇	零下二二·七	零下四一·〇	零下
	八〇	零下	一八·三	零下三二·二
	七〇	零下	一〇·七	零下二六·三
	六〇	零下	一·一	零下二六·一
	五〇	零下	五·八	零下
	四〇	零下	一四·一	五·〇
	三〇	零下	二〇·四	一四·五
	二〇	零下	二五·三	二一·八
(北)	一〇	零下	二六·七	二五·八
赤道	〇	〇	二六·二	二六·四
(南)	一〇	〇	二五·三	二六·三
	二〇	〇	二二·九	二五·四
	三〇	〇	一六·六	二一·九
	四〇	〇	一一·九	一五·六
	五〇	〇	五·八	八·一
	六〇	零下	三·四	二·一
	七〇	零下	一三·六	零下
	八〇	零下	二七·〇	零下
(南)	九〇	零下	三三·一	零下



附圖二十四 曝曬日光下地面可能最高溫度分佈(華氏)

重要。在乾燥而酷熱的氣候環境中，黑色的布類比較白色的布類要增加溫度華氏三十至四十度之多。粗糙表面所吸收的熱量要比較光滑的表面為多。物體表面對於熱能如為不良善導體，如木材塑膠之類，若自地面不加以隔離，可能熱如金屬表面，若能加以遮蓋，則能轉而為空間良善的保護體。最惡劣的倉庫建築為單層鐵皮屋脊黑色而支持以不良善導體的牆柱，其下既無隔離或絕緣層亦無通風氣孔的房屋。假定一件膠合板 (Plywood) 的箱類安置於不同的緯度，經曝露日射下所發生箱面與箱底的溫度，大約估計的數值如下：

緯度(度)	箱面(華氏)	箱底(華氏)
〇—三〇	一九四	一五八
四〇	一八一	一四五
五〇	一六三	一二七

觀察一件不傳導體表面曝露於日射下與其在蔭處最高溫度比較之如下：

由下表觀察物體表面日射平衡最高溫度可達華氏二百度左右。至於美國亞利桑那州所測得同一物質表面所受日射溫度相差達二十度之多，或由於異常環境上的影響。一般而言，物體表面直接受太陽輻射溫度將比較蔭處最高氣溫高出華氏六十至七十度，比較推算輻射交換而不受傳導損失的溫度約略較低華氏十至二十度左右。在薩哈拉沙漠所觀測日射溫度，因近地面塵霾過濃；至於在印度普那五月天氣空氣中水汽含量過多，因此二處實測物體表面日射溫度或嫌略低。至於世界各地曝曬日光下，地面可能最高溫度分佈，可參看附圖二十四。

物體表面的性質	緯度	溫度 (華氏)	
		觀測	蔭處最高溫
裸沙 (羅安哥)	五	一八三	(二二〇)
黑布 (喀土木) Khartoum	一五・五	一八四	一一八
黑土 (普那) (五月)	一八・五	一四八	(九九)
裸沙 (薩哈拉)	(二五)	一七三	(二二〇)
飛機翼翅 (士孫、亞利桑那州)	三二	{ 二一五 一九三	一一八
氣球 (美國)	一	一五二	七八

在一封閉的箱匣中，若受垂直日射，匣內氣溫分佈將自其上層向底層漸次降低，但在其下層溫度分佈勻淨僅約略高於箱匣底層。至於實際氣溫分佈將視其箱匣大小、形狀、物質與箱匣盛裝內容而異，同時亦因匣面與匣底溫度的差別而有所不同。倘若日射不從垂直方向直射而自旁側方向入射則匣內氣溫分佈將由暖的一面壓向蔭處一面。倘若日射光熱自兩側方向入射而屬於不均衡的空氣，則將使匣內溫度趨向於均勻的分佈。在日射直射於匣面時，則匣內平均溫度將為比較匣面與匣底溫度平均略低的溫度。溫度傳達固體導體如鋼軌約略相等或略低於其匣內部平均溫度。於巴拿馬曝露於日射下漆黑色的鋼軌溫度達華氏一二九度而其在蔭處最高溫度僅及華氏八十八度。

黑球真空日射溫度表 (Actinometer) 一般常用以測量日射最高溫度，但由於黑球之大小及其外塗

黑色物質成分與厚薄，此外尚有真空情況的改變，常不易於予人以確實的日射溫度記錄。此種紀錄溫度約等於不通風箱匣內的溫度紀錄，而低於箱匣表面不傳導的日射溫度。強烈的日射中尤以紫外光線每能使漆器易於發生脆碎，染色的織物發生褪色而軟橡皮發生破裂。在晴朗乾燥天氣於高層大氣中紫外光波分外強盛。

顏色的影響 顏色與氣候環境每生連繫的關係，如在大西洋中百慕達 (Bermuda)、聖喬治 (St. George) 地方因陽光充塞普照，建築物屋頂與外牆均尚白色，在美國糖菓舖門面亦均尚白色，以為職業上的號召。葛蕾漢 (G. W. Graham) 曾為一連串的實驗以溫度百分比表達各種顏色的溫度。葛氏以黑色與白色間對於日射溫度差數為百分之一百，而於其間釐訂若干等分。現採用黑色物體與他種顏色物體所受日射溫度及其在蔭處最高溫度差為百分比，而一種顏色出超於蔭處最高溫度差值的高下，即對於黑色所體所受日射溫度的百分比。雖綜合各專家在各處以不同物質實驗的結果，尚能大體符合一致。

附表十四 各種顏色溫度對於『黑色日射溫度』與『蔭處最高溫度』差的百分比

顏色	布類		漆色		鋼軌		土壤——(普那)		平均值
	喀土木	哈耳法	卡蘇利	巴拿馬	一月	五月			
黑色	八四·三	七〇·八	五八·〇	五三·九	(五三)	六四·四			
攝氏	一八四·〇	一五九·〇	一三六·〇	一二九·〇	(二七)	一四八·〇			
華氏	% 一〇〇	% 一〇〇	% 一〇〇	% 一〇〇	% 一〇〇	% 一〇〇	% 一〇〇	% 一〇〇	

最高溫華氏	蔭處攝氏	白色	乳色	草色	淡藍	紅色	卡其淺褐黃褐	灰色	金屬本色	綠色	水泥色	褐色	深藍
一〇八	四二	四二			七二		七六						八九
一〇八	四二	四〇	四九	五四		六九	七二	七九	七三	七九	八五	八八	
九三	三四	五四							九〇				
八八	三二	五八				六六			九〇				
(八六)	(三〇)	四二				七七	六九	七〇					
(九九)	(三七)	(三〇)	四〇				七八	七六					
		四六	四九	五四	七三	七三	七四	七五	八一	八五	八五	八八	八九

由上表可以綜合得各種顏色對於日射溫度的效應，大致如下：

黑色

一〇〇

深藍、褐色、綠色

八五—九〇

灰色、水泥色、金屬本色

七五—八五

卡其、紅色、淺褐、淡藍、鉛漆

七〇—七五

草色、乳色

五〇—五五

白色

四〇—五〇

各種白色對於日射溫度的反應，亦有極大的差異。例如以一瓶漆標準白色所測得百分比為三十九而以白色磁瑯質的，則測得百分之四十九。在巴拿馬漆白色的鋼軌達百分之五十八。此為白色實測中最高值，在印度普那於一月以白石灰舖在地面所測得的日射溫度與蔭處最高溫度比為百分之三十。此類溫度效應上發生的差異可能由於色澤的深淡及其物質質地的差別所致。據在印度亞格拉及在匈牙利所測未經漆色鋼軌的溫度與在蔭處最高溫度如左：

	鋼軌最高溫度		蔭處最高溫度	
	攝氏(度)	華氏(度)	攝氏(度)	華氏(度)
印度亞格拉	六一	一四二	四四	一一一
匈牙利	五三	一二七	三三	九一

高溫傳達容器的定量水中可以殺傷微生物體，但如在自由空氣水中則轉為有利於微生物體的孵育。水溫的變化甚大，據哈凡(W. F. Harvey)測驗在噴水水溫在攝氏四十五度(華氏一一三度)但盛於一

錫聽 (Tin) 於同等溫度狀況下在每十分鐘內可減低至攝氏十度 (華氏十八度)。高溫重要的影響仍屬於機械性方面如金屬軌條的膨脹、歪曲變形、與噴漆工作的起泡，但其他影響於黏度、堅度，及減弱膠合接點與軟化膠片之類皆屬重要。若干種物料如橡皮之類對於溫度變化有化學上的不可逆性 (Irreversible Nature)，超過此點溫度物料即因而變質。橡皮物品在強烈日光下受氧化作用影響力甚強。化學反應力速率的增加與溫度增加率的變化，見鄧恩公式 (Dunn's Equation) 如下：

$$\log A = -C/T + K$$

上式中 A 為反應力變化速率，而 T 為絕對溫度，C 與 K 均為常數。假定其變化以在攝氏零度 (華氏三十二度) 時為單位。 $t = T - 273$ ($t = ^\circ\text{C}$) 即得下式：

$$A = a^{t/r}$$

化學反應作用於溫度在攝氏零下十度以下時，即不發生任何影響，因此化學反應所須注意的大抵為較高溫度。而溫度的有效溫度差 (Effective Range) 較小，當 $273 + t$ 而 t 為攝氏三十度級時。更適當的假設，以平均值替代 T，則得下式：

$$A = \alpha^t \quad \text{當 } \alpha = a^{1/r}$$

而 α^t 與 α^{t+10} 的比率則稱謂化學反應的溫度係數 (Temperature Coefficient of Chemical Reaction or ϕ_{10})，此係數常在 1 與 3 之間。實際上 $\log \phi_{10}$ 與 $T(T+10)$ 成反比，而在溫度增加時 $\log \phi_{10}$ 降低。各種物料化學反應的溫度係數不同，鐵在純乾燥空氣中的腐蝕作用約為 1.2，而其他物

料由水分所產生的作用，大致其係數為2左右。

黏性物質 (Viscous Substance) 的流動率 (Fluidity) 亦得以下列公式表示之。

$$F = a \times b^t$$

$$F = \text{Fluidity}$$

	a	b	溫度係數
甘油 (Glycerine)	0.02	1.09	2.4
瀝青 (Pitch)	2×10^{-12}	1.27	11.5

各種有機作用如微生物的繁殖，隨溫度增加而加速與化學作用相似。但繁殖發展至其適宜溫度 (Optimum Temperature) 而止，溫度超過此點，相反的即產生殺菌效應 (Sterilising Effect)。此適宜溫度在經驗中每超過自然環境的最高溫度。一般溫度係數為「二」，但微生物作用則每增加溫度攝氏十度 (或華氏十八度)，溫度係數即增加一倍。舒諾 (D. Snow) 施密斯 (J. A. B. Smith) 與賴德 (N. C. Wright) 等研究穀物儲藏問題經實驗穀物注射以氮素化合物後於溫度攝氏十五度情況下，經過一百二十八天即發生霉象，如在其適宜溫度攝氏二十二度 (溫度係數為二·九五) 時，經過六十天即發生霉象，但溫度在攝氏三十七度時無霉象發生。皂莢 (Locust Beans) 果實的霉蝕 (Mould Deterioration) 在溫度攝氏一五·五與二十度而相對濕度在百分之七十五至八十時，其溫度係數為一·四。溫度對於電器的絕緣部份物質亦甚有關係，在炎熱地區所用絕緣體材料至少須能有耐熱力達攝氏九十度 (華氏一九四度) 的標準。

濕度的影響 許多有機物料對於空氣相對濕度反應，往往在高濕度時吸收水汽而在低濕度時釋放水汽，且其體積隨之而增減。雖此反應率隨溫度增加但其最後結果則與溫度不涉，因空氣中濕度增減而發生漲縮的現象此即爲毛髮濕度表 (Hair Hygrometer) 製造的原理。高濕度每使木材、紙張、皮革等類發生扭曲 (Warping) 與隆脹 (Swelling) 現象，而在低濕度時發生皺縮 (Shrinkage) 與裂隙 (Cracking) 現象。在極潮濕氣候而其氣候有周日較大溫度較差變化的地區，對於機械電流銜接之處有濕度靈敏的感應，宜採取排除空氣不透水汽裝置，如加以玻璃或塑膠外罩裝置。據美國標準局卡遜 (F. T. Carson) 試驗紙張物理性質對於濕度的效應。在濕度增加時紙張以不等量的向各方向擴張，使紙張產生歪曲變形 (Distortion)，因而發生彩色印刷上的困難。在低濕度的紙質則易於脆碎 (Brittle) 或在褶疊時發生破裂。紙張、皮革與同類物質對於濕度反應在濕度到達百分之六十五至七十以後，其濕度即迅速增加。但毛髮吸收濕度增進率則在相對濕度自零至一百均甚靈敏。各種物料對於濕度吸收率不同，例如皮革在濕度百分之二十以下水汽吸收率平庸，但在濕度百分之二十至六十五間時水汽吸收率轉趨緩慢，待至濕度增高至濕度百分之六十五以上時，則水汽吸收率增加極速，幾近直線上升。

許多有機物質如菸草，糖類與穀物產品及膠糊等皆含有相當水分，須有一定相對濕度以維繫其平衡與品質。此類物品在高濕度時吸收水汽而在低濕度時釋放水汽，無論物品轉潮或轉乾程序中，均足以使其品質轉劣，因此在儲存期間必須保持以適當的濕度標準。罐頭的銹蝕率倘裝盛在木箱中將增加木材所含有的濕度達百分之十七。在濕度百分之十七以下，銹蝕情形甚少，倘濕度在百分之十四以下時，則銹

蝕情況可以避免。去濕 (Dehumidification) 防銹辦法可採用矽膠 (Silica Gel) 敷塗鉛罐，銹蝕可以防止，

若干種有機物質雖在平常溫度，然若常在高濕環境之下，每發生霉腐 (Mouldy) 現象。大致相對濕度在百分之六十五至七十為霉腐發生的起點。據觀測穀物雜以尿素混合物 (Urea Mixture) 於濕度百分之八十狀況下在二十一天後即發生霉腐。乾草於濕度百分之八十時經歷十八天即見菌絲 (Mycelium) 而在二十五天後已見菌實 (Fructification)。皂莢於氣溫攝氏一五點五度，濕度百分之八十時，經十二天即見菌絲，若在氣溫 (攝氏) 二十度時則僅需十九天已見霉菌絲跡，燕麥的情狀相若。霉菌自濕度百分之六十五以上始見發生，逐漸增進至百分之七十二左右，而後迅速發展，至濕度增至百分之九十，霉菌繁殖又漸降落。儲藏的糠麸因發酵與微生物作用 (Enzymatic and Microbial Activity) 而損失其乾燥物質於溫度攝氏二十度而在濕度百分之六十四至八十四時始漸增其微生物活動，而在濕度百分之八十四時最顯繁盛。

溫度與濕度混合的反應 許多化學的與有機的作用在熱的效應以外，須要有潮濕空氣的存在，其反應率端視空氣中可能供應的水汽量而定。在飽和的空氣中，每增加溫度攝氏十度其水汽量可近增至一倍。其溫度係數並不恒定，但在攝氏零下十度至零度自係數二點零降低至在攝氏三十至四十度間一點六八。於攝氏二十至四十度間每立方公尺空氣中所含水汽量「e」以克為單位，其平均情況可列如下式：

$$e = 5.9 \times 1.054^t$$

按上式中「t」為溫度，以攝氏為單位。水汽的反應不僅在於空氣中含量的多寡，且須視其相對濕度的高下而定。大致而言，相對濕度在百分之六十至七十以下，常不發生水汽的反應。雖然每種物質對於水汽的反應，差別殊大。

鋼鐵在高溫與高濕情形下主要的化學反應為銹腐 (Rusting) 與失澤 (Tarnishing)。此種銹蝕與失澤作用在相對濕度百分之六十五以下時效應甚小，但至百分之六十五以上時則效應率的增加與濕度的增進形成直線上升的關係。除非在外面塗以保護銹蝕的油脂，始得減低其銹蝕效應。鋁的氧化作用在乾燥空氣環境中僅屬可觀，但在濕度增進時，由氧化物 (Oxide) 轉為氫氧化合物 (Hydroxide)，而其氧化率亦隨之增加。在空氣中有臭氧存在時若相對濕度在百分之五十以上，則氧化作用隨濕度之增進率增加極速。

有機物質在溫度與濕度下的反應如腐蝕 (Rotting) 與霉污 (Mildewing) 及霉菌的發生於相對濕度在百分之七十以下，常無所影響，但在高溫與濕度飽和空氣環境之下，則其發展殊為迅速。在高溫與水汽存在環境下，化學與有機的反應作用，得以下式表示之：

$$A = b \frac{(H-K)}{100} (1.054)^t$$

前式中A代表反應率，H代表相對濕度，t代表溫度以攝氏表計，b與k均為常數。前式亦得以另一公式表示之：

$$A = b(V - V_1)$$

V 為觀測的水汽壓力， V_1 為在溫度 t 時的水汽壓力，而相對濕度為 k 。因須注意的 H 相對濕度不一定為自由大氣中濕度，而須注意於物體接觸面的溫度及空氣中所存在的水汽量。譬如潮濕木材在不流通空氣環境下，可能使其接觸空氣達於飽和狀態而形成適於菌類 (Fungoid) 資生的介質，甚至在自由空氣濕度尚在於標準以下。溫度與濕度反應率常隨時間變動而為極複雜變化。金屬物體倘經過敷塗防銹油劑，但須慎防雨水沖刷，銹蝕作用即可延緩；相反的有機物體倘其表面腐朽或經微生物或菌子的增多，其腐蝕作用自必隨之增速。就經驗而論，關於物料化學與有機的反應作用公式 $1.054^{(H-65)/10}$ 中僅對於空氣中混濁度或空氣中污染成分未加估計以外，倘取其全年十二個月的總值，得援引以為溫度與濕度對於物料腐蝕標準的指數。(Index Number of the Rate of Deterioration of Materials)。此項指數在熱帶地區最惡劣狀況可達百分之一百，此指數對於一地周日的溫度與濕度變化尤相關切。因物料的化學與有機反應在低溫時常發生遲緩影響。在溫度較差大的地區，倘罐頭封閉欠密時，則一部份外界潮汽將乘機侵入。在周日溫度較差甚大地區，晝間曝露於日射之下，晝夜間氣溫較差可達攝氏四十度之多。顯示晝間罐頭中十分之一的空氣將受排擠而出，而於夜間將由等量潮濕空氣進入，在罐頭中因此周日的空氣交換，使鉛聽因氫氧化合作用而產生銹蝕，盛裝食物轉趨腐蝕。在熱帶地區，此類溫濕反應現象，分外顯著。貨物在運輸過程中亦有類似現象，當寒冷氣候區域裝運的貨物而曝露於暖熱潮濕的空氣中使吸收空中潮汽而凝結於鉛聽外表，因此鉛聽表面必須求其平整以免積水。在匣外加塗油漆之類，

固足以防止銹蝕，但在匣邊之周圍仍屬於弱點之處。所以冷藏與去濕裝置，在水陸儲運上均屬於保存物料不變質的重要課題。

第四章 空氣的污染 (Atmospheric Pollution)

空氣污染乃屬於現代人爲的困擾。都市空氣污染問題日趨於嚴重實由於都市人口集中與工業發展相隨而來。生煤的燃燒使未經充分燒燼的殘滓與烟塵，浮游於空氣下層，其危害及於人類健康與動植物的發育。煤屑沉澱於建築物或鋼鐵物上因而發生腐蝕作用，若沾染於食物則改變其質地。栢幹(A. Parker)調查家庭爐灶所燃燒煤類有四十分之一，均仍由烟突中冒出，而在工廠中燃燒煤類亦尚有八十分之一，未經燃燼而返還諸空中。煤烟對於人類健康的影響，植物的生長，建築物的損害與其防範方法等項，馬噠(A. Marsh)曾早有專著『空氣中煤烟問題』(Marsh, A(1947): Smoke, the problem of coal in the atmosphere—Faber & Faber, London) 論述。其內容多依據科學與工業研究處 (Department of Science and Industrial Research) 空氣污染委員會 (Atmospheric Pollution Committee) 的調查與研究。空氣污染成分可能由於栢油、塵烟、與其他固體質點，若干爲吸濕性的質點或有毒性氣體如二氧化硫之類。空氣中濕度的增加往往能使空氣中不潔物質腐蝕的反應大爲增加。於空氣中相對濕度達百分之九十九時，空氣若僅存在有百分之一的二氧化硫，其對於鐵類的腐蝕影響將三十五倍於純潔的環境。空氣中倘有焦炭 (Charcoal) 質點的存在，二氧化硫的反應將屬分外顯著，若能排除此類質點，銹蝕現象即可降低。因焦炭質點與二氧化硫混合後能產生極強的腐蝕作用，但三氫化硫 (Ammonium Sulphate) 爲化學性活動甚強物質而其嚴重性較輕，甚至矽的質點亦能相當增進二氧化硫的作用。在

尋常空氣中二氧化硫(SO₂)的濃度甚難超過於百分的十萬分之一(或 1×10^{-5} per cent)。

在自由大氣中在一定溫度與濕度條件之下，水汽與不潔物質視風速變化情況而促進腐蝕作用 (Corrosion)。風力對於增進腐蝕作用的反應，得一公式表示之如下： $(1+bw)$ ，式中W為風速，以每時英里為單位。而b為常數得暫假定為0.067之數值。當有效風速為損蝕面 (Surface of Deterioration) 氣流運動時，係封閉在一定空間而極少與外界空氣交換，W即幾等於零。總合溫度、濕度、空氣不潔度與風速共同的反應，可排列如下公式：

$$A = ac^t + b \frac{(H-65)}{100} (1.054)^t (1+ct) (1+0.067W)$$

按上式中A為損蝕率，t為損蝕面溫度，以攝氏為單位，H為在氣溫t時的相對濕度，I為有效不潔物濃度，如微生物或菌種 (Fungus Spores) 之類，W為有效風速，以每時英里計，至於a，α，b，c均為常數。在H值小於百分之六十五時 (H-65) 一項在損蝕面對於潮汽的影響即等於零。至於在降水中所含有的不潔物如二氧化硫對於物質面的損蝕情形，或更甚於空氣中水汽一項，尚未加以論列。

防止因空氣污染而發生的腐蝕作用，在相對濕度於百分之七十以下，在乾燥天氣宜從事於戶外油漆，而在溫暖室內則可從事於室內油漆。在油漆之後，室內仍緩和時，運用燻焰潔淨經久腐蝕物質亦不失為一種方法，但若欲防止空氣中二氧化硫的污染，則以採用抗酸性的瓷釉外塗表面為最有效的方法。空氣中不潔物的損蝕建築物料，謝佛 (R. J. Schaffer) 曾有專著論及 (Atmospheric pollution in its

bearing on the weathering of stone and similar building materials)。大體而言，空氣污染最顯而易識的爲煤煙 (Soot) 的污染使焦油物質黏着建築物外表，使牆壁顏色毀棄，窗戶玻璃暗淡或其他反光物面失澤，包括必須經常加以油漆粉飾或清潔，增進維持費用上支出。其次則爲二氧化硫與三氫氮化硫 (Ammonium Sulphate) 的侵蝕炭酸石灰 (Carbonates of Lime) 與氧化鎂。英國下議院 (Houses of Parliament) 房屋係以鎂石灰石 ($MgCO_3$ Magnesian Limestone) 所建築因倫敦空氣的影響而石質表層轉變爲瀉鹽 (Epsom Salts)。含矽物質則皆不受侵蝕，而石灰沙石 (Calcareous Sandstones) 在鄉間可能歷經久遠，但若在都市中則常易迅速崩壞。由於二氧化硫與二氧化碳在石灰石表面因化學作用經過雨水之後即形成一層外殼 (Crusts) 而在不勻淨分布之處則形成爲穴隙。空中塵埃在污染或損蝕建築物以外，尙能遮蔽太陽光線與熱能，尤以冬天爲甚，使都市居民健康，直接蒙其影響。分析空中塵埃的影響，英國倫敦自郊西至東郊，在倫敦城市於冬季將較其西郊減少日照數達一百小時，即比較其鄰近東郊亦少日照時數在五十小時以上。以全年而論，倫敦比較郊區少日照時數達三百小時。在日照旺盛時於倫敦市區所受光熱亦分外比較降低。而於冬季地面所收受紫外日射量與空氣的不淨潔度適形成正比。

就臺灣各地日照時數觀察，亦能顯示都市空中塵埃的影響對於各地日照的分佈。臺北與高雄均爲臺灣工業都市，高雄與臺南兩地相處密邇，高雄於冬季日照時數較臺南較少五十小時左右，於夏季相差竟達一百小時而全年二地相差日照時數達二百七十小時。就臺北市區鄰近各處比較，淡水全年日照時數達

附表十五 臺灣各地各月日照時數

地名	月份																
	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年	冬	春	夏	秋
基隆	壹六·八	壹六·二	壹六·〇	九一·九	一二七·二	一四一·〇	一三三·七	一三四·六	一五七·五	八五·〇	壹五·四	四八·五	一三三	一六	二七	六〇	三〇
臺北	八·一	八·〇	八·一	一一〇	一四一·五	一壹三·二	一三六·一	一三三·三	一七四·五	一三三·二	一三三·六	八八·四	一六八	二五	三六	六二	四九
臺中	一六·九	一六·〇	一七·二	一七·八	二〇四·八	一九九·五	二五八·五	二二一·六	二四〇·六	二四九·八	二二一·一	一九四·九	二四四	五〇	五五	六八	六二
臺南	一六·四	一九·五	二〇·八	二九·六	二四七·七	二八八·二	二四四·二	二六八	三九·六	二五〇·九	二二六	一九八·一	二六〇	五三	六五	七〇	六二
高雄	一六·二	一八·一	二〇·八	二〇·三	二九·五	一九九·九	二二七·二	一八四·六	二〇七·六	二二八·四	一八四·一	二七·五	二九九	五九	六六	六五	六〇
淡水	八·七	八·一	九〇·九	一九九	一五八	一七〇·八	二四六·二	二二六·一	一九二·四	一四六·一	一三三·三	九七·八	一七五〇	二六	三九	六三	四六
松山	六·三	八·九	九七·九	二〇〇	一七八	一三三·七	一九六·九	二二五·〇	一九七·七	一五〇·八	一〇〇·三	一〇九·三	一六二	二六	三六	五六	四二
安坑	三·九	六·二	七三·五	八八·八	九〇·九	二七·四	一七二·四	一四四·四	一四三·一	九一·〇	七·四	七·四	二〇	二九	四六	四四	三〇

一、七五〇小時，而在臺北、松山日照時數全年已減少一百五十小時左右，臺北盆地南部安坑全年日照時數與淡水比較竟相去達五百小時。臺北與臺中於冬季月照時數相差近二百八十小時。於夏季於兩處亦相差近八十小時，在全年中臺北日照時數比較臺中少達八百二十六小時。顯見空氣污染對於障礙日照情形之嚴重性。至於基隆在冬、春、秋三季均受雲霧的障礙，日照時數，分外減少，而在夏季基隆與高雄日照時數，則頗屬相近。

空氣污染的分佈 空氣中塵烟污染的來源，在大都市中要不外乎工廠烟突中冒出廢棄煤屑與居家燃燒生煤的結果。此污染塵埃烟氣因風散佈，漂移到處。粗的質點降落地面離開其出發點約在一英里左右，細小質點則攜帶至較遠地區視塵埃質點的輕重而徐徐降落地面。但輕飄的煤烟則繼續留存空際，漂移無定，直至隨雨滴降落而下，其濃度漸遠而漸淡，終至對於人類健康無所損害 (Innocuous)。微塵量測量方法自艾蒂根創 (John Aitken) 製微塵測量計 (Dust Counter) 研究各地微塵量的分佈及歐文斯 (Owens) 微塵紀錄器 Dust Recorder 係採取定量空氣中塵埃標本，再經顯微鏡下測量讀數，以辨別各地微塵量的多寡。尚有塵瀑撞擊器 (Cascade Impactor) 得以測量空中浮游的固體或流體質點 (Suspensoids)。此外尚有簡單的塵量計 (Pollution Gauges) 以瓷質四英尺平方的漏斗積聚降落微塵，然後集入瓶中於定期間，計其降落塵量多寡，以分辨各地區污染情況的輕重。一般估計微塵降落量以每平

附表十六 英格蘭各地空氣污染情況調查

面積 (平方英里)	降落塵量 (每年每平方英里英噸數)	總落塵量 (英噸數)	煤產量 (英噸數)	地區
四二五	二六〇	一一一、一〇〇	九二、四〇〇	倫敦
一四九〇	二〇〇	三〇一、〇八〇	二三五、四六〇	其他九十一處城鎮
四七八〇〇	八五	四、〇八八、七〇〇	一、九八二、四〇〇	鄉間
四九七一五	九一	四、五〇〇、八〇〇	二、三一〇、二六〇	總計

方公里公噸計算。按一公噸重相等於二二〇四點六磅。英制一噸重約二二四〇磅。因是一公噸重比較一英噸爲輕三五點五磅。每平方公里一公噸約等於每平方英里二點五六英噸或每英畝九磅重量。據白魯克 (C. E. P. Brooks) 於一九四八年調查英國各處空氣污染情形及各地降落塵量的分布如附表十六。

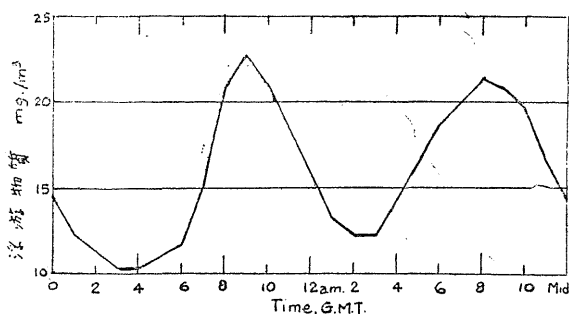
就英格蘭總落塵量而言，其中半數爲燃燒烟煤的渣滓，其餘半數將爲道路泥塵，有機物質與焰火烟質之類。但在城市之中其空氣受塵埃的污濁大抵以燃燒烟煤所造成的因素居多。按倫敦每年每平方英里落塵量爲二六〇英噸，約等於每月二一點七英噸。日本東京每年自空中降落烟煤污屑約達四十噸。按十五年六月二十一日大華晚報載：『五十五年五月臺北全市落塵量爲平均每平方公里四一點八噸，較去年五月份五十八噸減少十七噸。空氣煤烟濃度平均每立方公尺含量亦從去年五月份百萬分之八四點九克，降下至百萬分之七九點九克。由此可見臺北市空氣受煤烟污染情形較諸倫敦與東京並無遜色。臺北市老松國校附近於四十八年二月測定每平方公里總落塵量竟高達一一四·八八噸。其次在火車站附近於五十年九月落塵總量爲九七·四九噸』。

日本現有空氣污染觀測站九百五十二處。但在臺北市落塵測驗工作，自民國四十八年始曾分別在福州街、古亭女中、兒童醫院、公路西站、太原路、老松國校、北二女中、及陽明山八處設立測驗站。自四十八年至五十三年間各年各站每月每平方哩平均落塵量，老松國校站每月平均爲六〇·三一噸，公路西站每月平均爲五四·七一噸，兒童醫院站每月平均爲三九·九九噸，太原路站每月平均爲三九·九九噸。古亭女中站每月平均爲二七·六〇噸。福州街站每月平均爲二七·七六噸。陽明山站每月平均爲一

九·八一噸。顯見在城中區及工業區塵埃較多。尤以東風與東北風盛行時工業區煤烟蔓延入於市區。全市落塵量以二月七月較多，冬季較夏季為多。

據英國調查空氣污染情形以在克來德河流域 (Clyde Valley) 的蘭開夏 (Lancashire) 工業地帶與西約克夏 (West Yorkshire) 及倫敦一帶為中心。其次則屬於泰因賽 (Tyneside) 與伯明罕 (Birmingham) 附近。空氣污染問題深富有地方性，往往不易於作廣大範圍的研究。在一大城市中心之東約一英里光景，其全年落塵量可能在每平方公里自一百三十至二百噸以上，或每平方英里自三百四十至五百噸以上。此空氣污染中心的落塵量其東方減少殊甚緩慢，而在向西或西南方低減甚為迅速。落塵量的分佈常蒙受其地形分布的影響。例如在英國格拉斯哥 (Glasgow) 工業區落塵量最大中心作橢圓形分佈，其長軸循延克來德河 (River Clyde) 而向西南。測量一個都市污染分佈情形，可以短時間採取標本方法作分佈概況的探討。安能 (Anon) 曾於英國皇家氣象學會季刊第七十卷第二八一頁中論述其簡速觀測落塵量方法 (Rapid surveys of atmospheric pollution)。至於空中烟塵污染的濃度自來斯特 (Leicester) 該城人口約一百六十萬人，塵烟濃度為一百立方公尺空氣中七毫克 (Milligram) 在倫敦人口約八百萬人，塵烟濃度達每一百立方公尺空氣中八十四毫克。大城鎮所產生的塵烟因風推移，在下風 (Leeward) 方向可吹送自相當遙遠距離的鄉間。估計在倫敦所產生的塵烟僅有約三分之一沉降於其市區，而其三分之二都吹送至郊區或海上。倫敦的塵烟顯著的可遠送至諾威治 (Norwich) 地方。在較小的城鎮其塵烟或可達十分之九，輸送遠至鄉間。經分析各地降落微塵的成分，大抵屬於灰燼與炭質物質都降落於其發源地附近，而經溶解的物質則能攜帶至遙遠的鄉間。空氣中尚存有若干浮游的不潔

物質 (Suspended Impurity) 常為水氣凝結的核心。使都市區發生烟霧。在倫敦濃霧中，此類微細的塵烟質點每立方英寸達八十七萬之數（或每立方公分五萬三千之數）。在寇烏觀象臺觀測得其平均值為每立方英寸一萬二千五百（或每立方公分七百六十個），其年變化甚大，於十二月份為每立方英寸三萬九千，但在六月份間僅有一千之數。此微塵數量在發東風時往往三倍於其他方向的風信。在鄉間潔淨白霧



附圖二十五 寇烏氣象台測量浮游不潔物質日變化

發生時僅屬空中水汽障礙視程而已，但在城市烟霧發生時則浮游於空際汚染質點常能予人不適之感。城市烟霧每呈污穢棕黃色，且有辛味 (Acrid Taste) 與臭覺，此純由於空氣中不潔物質所使而然。陶伯遜 (G. M. B. Dobson) 論倫敦夜霧較為潔淨而晨霧更顯污濁，因倫敦附近林立工廠在晨間冒出的烟塵尤多，顯示其間的關係。霧滴溶解二氧化硫，漸經氧化而為硫酸，此種程序在相對濕度下降時阻礙露滴蒸發。陶伯遜認為此或為城市霧比較鄉間霧持久原因的解釋。浮游於空際不潔物質的周日變化依據寇烏觀象台 (Kew Observatory) 觀察的結果，參看附圖二十五。空中浮游的不潔物質以在曦晨三、四時為最稀少，而增至上午九時為最多。而下降至下午二、三時為次少，又重增至下午八時左右為次多。顯示其周日變化有二次最高與二次最低。其周期變化與人類的活動，暗相吻合。在清晨六時以後家庭與工廠爐火均起，烟突供應的塵烟量急增至上午十時爐火都已

燒燼。至於下午的次低或由於空氣中擾動所形成的現象，使空氣下層塵烟充塞的空氣與其上層潔淨空氣相混合而使空中塵量減少。晚間空氣中擾動降低而家庭中炊烟再起使在下午七時至十時再生次高現象。世界各地工業都市空氣污染情況已形成爲嚴重困擾問題，美國紐約、芝加哥、匹茲堡等處及在東京空氣污染情況均屬嚴重。世界各大都市每月每平方哩平均落塵量的比較如美國芝加哥爲六一·二噸，紐約爲六七噸。洛杉磯爲三三噸。英國倫敦六〇噸伯明翰爲五〇噸，孟撒斯特爲四二·九噸加拿大沙泥那爲三二·七噸澳洲新堡爲四七噸。臺北市區每月每平方哩年平均落塵量自四十八年以來年有增加。四十八年四四·八二噸四十九年四一·七六噸五十年四三·〇六噸五十一年四七·〇五噸五十二年五〇·四四噸五十三年五三·九〇噸。空氣歷經海上長程常屬清新，因此在西海岸受西風吹拂的城鎮每得新鮮空氣的補益。

減低空氣污染的方法 燃料有效燃燒的方法可能低減向空氣中噴冒的塵烟。但尙不能完全屏除塵烟。至於排除在氣體中的不潔物質如二氧化硫常隨同烟囱冒出氣體同時逸散，排除更屬困難。雖然在拔透賽 (Batterssea) 電力廠已能採用濾洗 (Washing) 方法排除烟突出氣體中二氧化硫成分達百分之九十左右。管制空氣污染乃屬於一個常年問題 (Perennial Problem)。在美國華盛頓州曾控訴英屬哥倫比亞的屈艾爾 (Trail) 地方冶鐵工廠所冒出塵烟順延邊境窄狹達七英里長的深谷而下，損害其穀物的生長。此事亦曾由裘生 (E. W. Hewson) 著文載於英國皇家氣象學會季刊第七十一卷第二六六頁中 (The meteorological control of atmospheric pollution by heavy industry)。據裘生云：『此現

象乃在山谷中風力微弱時循山谷而下，由工廠烟突中噴出的氣體，高出於烟囱達五百英尺，其開始溫度約達華氏七十度較暖於其環境空氣，延谷而下，如同一帶，初時深厚達二百英尺。此污染甚濃的空氣，循谷兩岸與谷底而向下流，其原因一方面由於山谷中地方空氣周流的影響，另一方面則由於空氣中亂流而產生渦動擴散作用 (Eddy Diffusion) 使然。地方性空氣周流端視一地地形上的影響，可以飛機，風箏汽球 (Kite-balloon) 觀察或直接作地面觀測二氧化硫本質即能作為指證。裘生曾以特製儀器以觀測谷中空氣擾動現象。此亂流影響於地面相當高度噴射塵烟的氣層顯出有顯著的周日變化。在曦晨氣溫自地面向上增加顯有逆增層的存在，空氣比較穩定，而此污染氣體仍在一定高度噴出，因而展開為一烟層。待至日出之後，地面溫度增高，於是近地面亂流形成以後，破壞溫度逆增層次。等到此亂流層頂抵達污染氣層高度，於是此污染空氣隨渦流而下降至於地面，此為地面空氣最惡劣的時間。一、二小時以後，溫度逆增層次完全破壞，亂流層轉而擴展至污染氣層之上，污染氣層乃向上消散而終至消失。因而管制措施須注意於風向、風速與亂流程度問題。倘若風速在每時五英里以上，吹向農作區域，而由工廠烟囱冒出氣體當空氣亂流在氣體噴出層次，足以由潔淨空氣沖淡染污染氣體，因此在下層空氣染污濃度，在未吹至農田之前，已減至損害程度以下，而不致傷害作物。此類管制措施應從屈艾爾 (Trais) 工廠所在地點至山谷下游間設立若干測站，以實測空氣中所含二氧化硫的濃度，以定處理的方法。裘生尚作另一建議管制在平地工廠的氣體噴射量。此法可視天氣豫告情況而豫先管制，但由於屈艾爾地形崎嶇複雜，使此方法復不能切合於實用。

海上鹽核 在塵烟質點及有機崩壞物質等以外，在空氣中尚存有極微細而吸濕的質點，每爲水汽的凝結核心。這些質點可能有部份由於燃燒作用產生，但其大部份均由於海上浪沫經蒸發而凝固的海鹽分子。此種微細的鹽粒，在沿海岸地區空氣中包涵衆多。在大風起時風向陸地吹上，挾帶無數鹽粒輸入內陸。每年每英畝可能含有鹽粒達三點八磅至四點八磅。又據日本和達與山田二氏稱在日本神戶於颱風時觀測結果，於西南風每秒十五公尺時於離海岸一公里半高臺上於一平方公分面積布片上附着有十九毫克 (mg) 海水，亦即在一立方公尺大氣中含有二點六毫克鹽粒，其直徑以二十五微米 (Microns) 爲最多。換言之，在一立方公尺空氣中約有六十五萬餘顆鹽粒。此類鹽質使若干物質發生化學上的腐蝕 (Corrosion) 及對於絕緣物體上產生一層外衣而引起傳導作用。一九二七年十月間在南威爾斯 (South Wales) 曾因一次強勁的西南風，挾帶大量海浪鹽粒上陸，此類鹽粒溶液立即產生捷路 (Shorting) 而使影響於電力的輸送。在晴爽而乾燥天氣時海上鹽質吹上陸地，隨即凝結爲鹽粒而塗罩於電力線的絕緣體外層，但因乾燥鹽粒爲非良善導電體不足以障礙電力輸送問題，待至空氣中濕度增高水汽抵達飽和階段，鹽粒即見溶解而能隨時影響及於電力的輸送。此亦爲空氣污染中所不可疏忽的一事。

第五章 氣象的災變

大氣中若干氣象過甚現象，均足以招致人類的災患。譬如暴雨過甚，水患繼之，沖毀堤防，淹沒廬舍；烈風過甚，風災立至，拔樹倒屋，傷害人畜；嚴寒重雪，凍害隨來，道塗阻絕，草木僵死；盛暑久旱，穀物枯萎，土地龜裂，饑饉隨至。總之，氣候的劇變，往往災害繼至。此類災患不僅在人類居處上的遭受損害，而是能給予人類生存上的威脅與經濟發展上的障礙。這些氣象災害。大致可作簡短的引述：(一)暴雨，(二)水災，(三)雹災，(四)雪災，(五)雷電，(六)龍捲風與線颶，(七)颱風與熱帶風暴與(八)塵暴等現象。至於霜害與高溫災害已經約略介紹於前，於茲不再贅述。

(一)雨災 降雨密度 (Rainfall Intensity) 即指一定時間內所降雨量的多寡。在時間愈短而降雨量

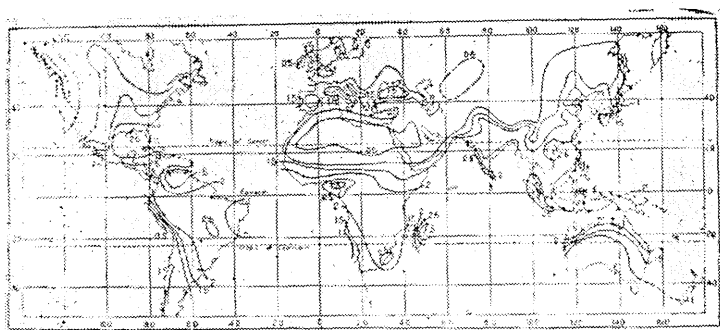
附表十七——不同長短時間最大降雨率

時間 (分鐘)	降雨量 (英寸)	降雨率 (每時英寸)	地點
一	一·〇二	六一·〇	美國加州
五	二·二八	二七·四	巴拿馬
一四	三·九	一六·七	羅馬尼亞
六〇	一〇·〇	一〇·〇	新南威爾斯
六〇	一一·五	一一·五	美國加州

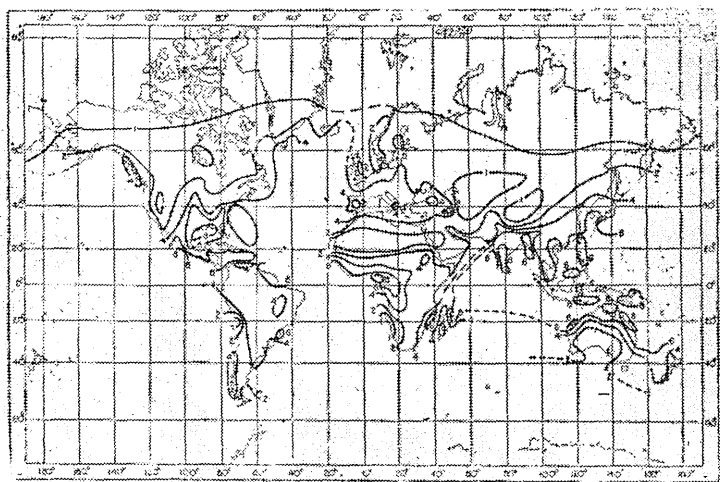
時間 (時數)	降雨量 (英寸)	降雨率 (每時英寸)	地點
三	一六	五·三	賓塞法尼亞
四	一七	四·三	昆士蘭
二四	四六	一·九	菲律賓
四八	六六	一·四	臺灣
九六	一〇二	一·一	印度

愈多，則降雨密度愈大。換言之，即降雨雨勢愈猛。因是短時間的降雨密度對於建築房屋、道路、與機場等設計，均屬於必要的參考資料。暴雨的來臨，可能僅屬俄頃之間數分鐘光景。在時間愈長，平均的降水密度即隨之降低。依據世界各地降雨紀錄，降雨密度記載如上，參附表十七。

英國白魯克士 (C. E. P. Brooks) 與卡魯慎士 (N. Carruthers) 曾將世界各處每小時最大雨量與其年平均雷雨次數，繪製一小時內世界最大雨量分佈圖。其頻率可能每二年一次 (參照附圖二十六與二十七) 其論著 (The distribution of heavy rains in one and two hours—"Water" 1946, London, June, p. 275) 見倫敦一九四六年水文雜誌。就其分佈圖觀察，每小時最大雨量達二英寸以上可於每年一年一次的地區如中美潮濕地區，新奧爾良 (New Orleans) 赤道非洲喀麥隆 (Camerouns)，尼日利亞 (Nigeria) 沿岸，巴西的納塔耳 (Natal)，東馬達加斯加島 (Madagascar)，印度西岸，馬來亞 (Malaya) 與爪哇 (Java)，及東京灣 (Gulf of Tongking) 附近。一地最大雨量在工程上各種



附圖二十六 推測二年一次每時最大雨量分佈（單位一英寸）



附圖二十七 推測二年一次二十四小時最大雨量分佈（單位一英寸）

參考運用上，甚有需要，茲將不列顛羣島 (British Isles) 與美國墨西哥灣沿岸的最大雨量頻率列表介紹於次。

附表十八 不等時間最大降雨量 (英寸) 與其次數發生頻率

發生頻率 (年數)	不列顛羣島 (雨量英寸)				美國墨西哥灣 (雨量英寸)			
	(分鐘)	(時)	(時數)	(時數)	(分鐘)	(時)	(時數)	(時數)
二	0.04	0.06	0.7	1.6	0.5	1.8	2.4	3.1
五	0.05	0.8	1.0	2.0	0.6	2.2	2.9	4.0
一〇	0.08	1.0	1.3	2.5	0.6	2.4	3.2	4.5
二五	0.13	1.3	1.6	3.2	0.7	2.7	3.7	5.3
五〇	0.17	1.5	1.9	4.0	0.8	3.0	4.1	6.0
一〇〇	0.22	1.5	2.4	4.8	1.0	3.3	4.6	6.6

在爪哇於四十六年中，五分鐘最大雨量為零點六三英寸；三十分鐘為二點三英寸；一小時為三點七英寸；二小時為五點六英寸；二十四小時為十一點四英寸。顯見雨量的變率的變化至為複雜，而不受緯度高下的繩墨。一般暴雨降雨面積範圍甚小，在英國大雷雨平均持續時間不過二小時；其平均降雨率約在每時一英寸雨量左右；而其範圍大小約為二十平方英里。至於其範圍廣達五十平方英里者則屬僅有。

普通降雨強度小的其降雨範圍較廣。臺灣於民國四十八年八月七日斗六梅林，雷雨持續時間在十二小時以上，而於二十四小時降雨量達一〇〇一公厘，其範圍亦在五十平方英里以上。據李查 (B. D. Richard) 論在美國東部，澳洲西部與印度中部暴雨平均持續時間達四日之多。假定以暴雨最大降雨面積為百分之百。則其降雨面積擴大，其降雨率百分比即以次降低。

降雨面積 (平方英里)	一	五〇〇	一、〇〇〇	二、〇〇〇	四、〇〇〇	六、〇〇〇
降雨強度	一〇〇	八九	八五	七九	七一	六七

葛辣士普 (J. Glasspole) 稱在英國降雨率的減低與增進降雨面積的關係，在五〇〇平方英里為百分之七十二；而在三千平方英里為百分之五十一。葛氏所舉的比率較李查氏所引的降雨強度比率低降更大。

(二) 水災 因暴雨而釀成的水災，往往須憑降雨量的多寡與地形的環境而異。一個小的集水區 (Catchment) 常在其河谷較諸一河川有廣大的流域 (Basin) 易於形成水災。其原因乃由於暴雨泰半屬於地方性而其範圍甚小，因是其影響僅能及於大河流域的一部份地區，且由於不同地區所降落的雨量流注入於河川不在於同一時間，瀉洩較易。由於此類因素在河川流域不同地區的最大流量 (Maximum Discharge) 得以相互平衡，河川的最大流量並不與其流域面積形成比例。倘河川支流的最大流量同時並發，則下游流量暴漲，在超過河床容量時，洪水泛溢堤防，釀成水災。河川最大流量與最大降雨量及其流域面積的關係，得以一公式表示之。

$$Q = cAPR$$

上式中 Q 爲最大流量； A 爲面積； R 爲最大降雨量。至於 c 估計自 $\frac{2}{3}$ 至 $\frac{5}{6}$ 變化不等；取其平均值約爲 $\frac{3}{4}$ 。 c 爲常數，但須視其流域的坡度 (Steepness) 與滲透度 (Permeability) 等因素而定。

洪水的發生不能直接從可能最大降雨量作估計，因一部份雨量滲透 (Percolation) 入於地下；一部份滙聚 (Ponding) 池塘；一部份蒸發；另一部份則由於地面植物所吸收。每逢一次暴雨，其逕流 (Run-off) 可能相差自百分之十至百分之九十以上。一般平均在百分之五十以下。於夏季雷暴雨時，往往因地面土地乾燥，可能吸收大量降雨，水災形成的機會減少。水災因泛濫範圍較廣，損害每屬嚴重，美國歷史記載於一八八九年五、六月間在約翰鎮 (Johnstown, Pa.) 於三十一小時內降雨量達九點八英寸，因而洪水潰堤，淹沒人數達九千人之多。美國俄亥沃河 (Ohio R.) 亦屬與密西錫比 (Mississippi R.) 河並爲多災的河流。據金善 (J. B. Kincer) 稱自一九〇二年至三五年間水患損失總計達五億五千萬美元。死亡人數有三千人。近半世紀來，美國氣象局實施洪峯豫告，對於水災傷亡人數已近罕有，但在經濟上損失估計，仍屬無法避免。各河川的水文資料與洪峯記錄，在河床變化極微的環境之下，仍不失爲洪峯豫告主要參考的準繩。倘河川的河谷形態甚不穩定，河床變化過大，此類河川欲從事於洪水豫告，則困難甚多。築堤、造橋、添壩等項工程不僅將改變一處河川流量，且將影響及於河川下游地區。壓束 (Narrowing) 或阻住 (Obstruction) 上游河川的水面可能升高達於十英尺，但即降低下游河川的水位。低橋往往足以障礙漂冰，流水與其他堆積物 (Debris)，形爲攔壩，而增益水患。疏濬局部河

川的河谷，效益尙屬鮮少，因河川泥沙 (Siltling) 隨時可以淤積。過去的洪峯水位常在堤岸或橋基遺留痕跡，亦每足以爲豫告洪峯水位之參考。記得在抗日戰爭時期，作者寄居四川北碚，於夏季暴雨時嘉陵江水陡漲，水位可增高數丈，在江邊山壁鑿刻佛像，平時須拾級而登一百三十餘階之後，始得徒步而過佛像，一旦山洪暴漲時，水位可及佛足，當地人稱謂『佛洗脚』。亦民間遺留諺語，使人不致遺忘嘉陵江上北碚洪峯水位高度寓意。但自然遺留的洪峯水痕，往往因岩石孔隙毛細管作用 (Capillary Action) 使水位約略增高，又因遺留水痕爲水浪波峯高度而非實際洪峯水線。但在水文資料貧乏時，尙不失爲安全因素重要的借鏡。從事於洪峯高度豫告的要件，應以實際的水位與流量實測爲基準。因河川河床的不規則型態，水位高度不直接與水量形爲比例，但測量河床剖面 (Cross-section) 河川流量與水位關係即可由水位以河床剖面面積乘以平均流速 (Average Speed of Flow) 求得。在泰晤士河 (Thames) 上特一嶺 (Teddington) 地方於過去多年測量超越各流量體積 (Volume of Flow) 的洪水頻率 (Frequency of Floods) 均採用下列公式：

$$\log F = 19.4 - 4.88 \log f$$

按上式中F爲頻率百分比，而f爲流量以百萬加侖 (Millions of gallons) 爲單位。因此若一時期最高洪水位爲已知，即可能推知其相當流量，因而亦能推測其洪水發生頻率。

降雨量測量每有長時期紀錄可尋。若能有河川水文觀測資料數年，即可尋求降雨量與河川流量間的關係，因流量的急增均由暴雨而來。水患的災害可以設法避免或減小，倘能重視水利工程上的措施，譬

諸開寬疏濬或劃直水道，以緩和逕流。建築堤防 (Dykes or Levees) 以管制河川水勢，或興建水壩水庫 (Reservoirs) 以儲蓄水量，延緩洪峯出現時間。在險巖河岸栽植森林 (Afforestation) 以減低逕流速率 (Rate of Runoff)。地面有植物覆蓋的土地可能吸收二分之一，甚至三分之二之地面降雨量，而在未經開拓的裸地，其對於降雨量吸收率僅能在四分之一以下。至於降雨密度與頻率的關係，海斯費 (D. M. Hersfield) 與威爾遜 (W. T. Wilson) 曾研究美國華盛頓二十四小時降雨密度與二年頻率及一小時降雨密度與二年頻率的關係，能尋求由二十分鐘至二十四小時降雨時間 (Duration) 自一年至一百國內的再見期 (Return Period)。其論著 (Generalizing of Rainfall-intensity-Frequency Data) 見於 Comptes Rendus et Rapports-Assemblée Générale de Toronto, 1957, Tome I p 499 à 506。洪峯豫告方法美國實施已數十年，潘耐德 (Merrill Bernard) 曾著洪峯豫告可減低災害損失 (Flood Forecasts that Reduce Losses) 登載工程新聞紀錄 (Engineering News-Record) 雜誌一九四八年十二月九日發行。據稱俄亥沃河流域實施洪峯豫告可節省年平均損失達三千二百萬美元。柯勒 (M. A. Kohler) 與林士類 (R. K. Linsley) 亦曾有專文論由暴雨量豫告河川逕流方法 (Predicting the Runoff from Storm Rainfall) 見美國氣象局研究專刊第二十四期 (Research Paper No. 34)。洪峯豫告方法在澳洲亦經實施，詳見澳洲氣象局刊行的實施洪峯豫告體系發展報告 (Development of an Operative Flood Forecasting System)。紐西蘭亦作同類的研究發展，尤貞爾 (A. P. Campbell) 曾有專文 (Hydrology In Zealand) 敘述水文學在紐西蘭的研究發展。至於日本、菲律賓等國近亦相繼

從事於水利氣象的研究發展，以求自然災害損失的減少。

(三) 雹災 巨型雹災破壞性嚴重，可以毀傷穀物，破碎玻璃窗櫺，傷害人畜，洞穿屋面。金善 (J. B. Kincer) 曾稱美國於一九〇九年至二五年中十七年間因雹災而受損害達二億二千八百萬鎊 (Bushel) 每一鎊約等於四英斗 (Peck) 或八呎 (Gallons) 約合中國二斗餘) 小麥，二億八千六百萬鎊燕麥與近三億六千萬鎊玉蜀黍之多。雹粒大小不一，小者如穀粒尚無毀損於植物，大者如圓球，圓周數英寸。可以阻礙空中航行，毀壞森林。在雷雨雲發展過程中強烈上升氣流，可能支持雹粒的成長。雹災多屬於地方性範圍。據賴蒙士 (H. Lemons) 調查美國南部、東部、及東北部每年發生頻率在二次以下，而在太平洋沿岸可達六次，在懷俄明 (Wyoming) 科羅拉多 (Colorado) 及內布拉斯加 (Nebraska) 等州可達六至八次之多。在太平洋沿岸發生的雹粒多細小而柔軟，而在中西部一帶 (Middle West) 則雹粒多粗大而堅實，破壞性亦強烈。於一九二八年七月六日在內布拉斯加州八德 (Potter) 地方降雹，雹粒大如柚 (Grapefruit)。其中一雹粒圓周達十五英寸，重達一磅有半。南非的特藍斯瓦 (Transvaal) 時有嚴重雹災。雹重五英兩 (或稱盎司 Ounce) 以上，可穿瓦屋，碎白鐵板。一九一三年十二月二十五日南非首都普勒多利亞 (Pretoria) 因雹災損失達八萬磅。在尼日利亞 (Nigeria) 與埃及亦曾有大雹災的記載。在英國所降雹粒，大小如網球，可殺雞禽，穿浪紋鐵板及汽車頂蓬。一九四五年五月十一日所降雹粒重八英兩半。據皮爾漢 (E. G. Bilham) 與芮而溥 (E. F. Reif) 稱雹粒重達一磅半，雹粒下降速率急增，而雹粒重量可能以此為最大。雹粒下降的速率，端視其體積與密度而定。皮而漢曾假定雹粒在靜

態空氣中下降的速率如下表：

附表十九 電粒下降速率與其直徑及重量的關係

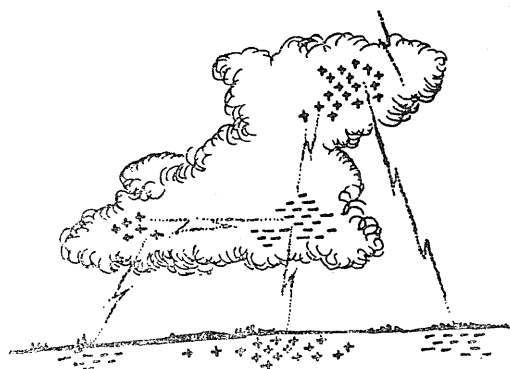
電粒直徑 (英寸) 重 量 (英兩) (每秒英尺) 速 率 (每時英里)	0.125 0.001	0.50 0.01	1 0.12	11 1.5	11 4.2	11 10	11 11	11 11
	10	10	10	10	10	10	10	10
	10	10	10	10	10	10	10	10

依據前表電粒下降速率的理想，在電粒直徑超過四又三分之一英寸時，其下降速率達每秒三三三英尺，或每時二二〇英里均似覺嫌速率過高。電粒重量在十二英兩差右於空氣中突擊下降以每時九十英里的速率實已足造成嚴重的損害。據英國氣象局記載英國各地降電頻率於一年中曾有自三次達二十次以上的記錄。以在西部降電頻率為最高，僅其所降電粒均屬細小，不致釀成災害。電災多發生於東部與中部。傷害穀物，破窗穿屋等情況於數年中每間有之。一八九七年六月二十四日英國密得塞斯 (Middlesex) 與艾色克斯 (Essex) 州降落電粒大如鷄卵，且有強風，造成農作上嚴重的災害。在赤道附近積雲發展旺盛，但因氣溫過高，雖上至二萬英尺高空，仍覺溫度太高，不適於電粒形成的環境。賴蒙士 (H. Lemons) 稱降電頻率在熱帶島嶼地區甚為稀少，而在熱帶內陸高地較平地降電頻率較低地為高，至於在高緯度地帶則常無真電降落現象。

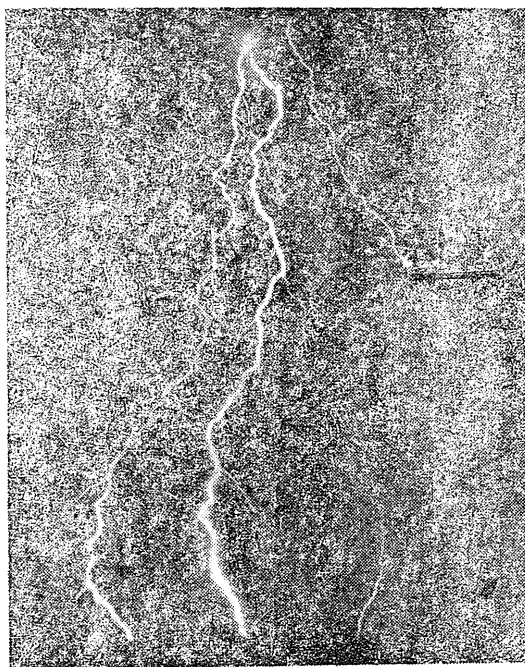
(四)雪災 嚴重或持久雨雪往往能阻斷鐵路與公路交通，使車輛無法行駛。在英國西南部全年雨雪日期僅有數日，但在東南部則增達十至十五日，中部地區全年雨雪日期達二十至二十五日，至於蘇格蘭高地雨雪日數竟達四十至五十日。中國大陸各地全年降雪日數分佈，哈爾濱約三十五日，瀋陽約三十日，歸綏大連約二十五日，威海衛、泰山約二十日，芝罘青島約十五日，漢口、南京、杭州一帶約十日左右，至於鎮海、長沙一帶僅有五日而已。四川、重慶全年降雪日數不過一日而在樂山的峨嵋山全年降雪日數達六十七日之多。調查英國蘇格蘭在水平面處積雪日數十日，上升至一千五百英尺，可增至積雪日數達八十二日，平均約上升二十二英尺即增加積雪日數一日。在英國彭尼維峰 (Ben Nevis) 海拔約四、四〇六英尺，全年積雪日數竟達二百三十日，降雪一日，約增積雪二十英尺。若在阿爾卑斯 (Alps) 山中一日降雪可增積雪厚達三十三英尺。在世界各處寒冷地區冬季降雪為頻繁的現象。在記載上所見狂暴風雪，一九三四年多降雪美國緬因 (Maine) 州東部積雪深達八英尺，而在聖羅倫斯灣 (Gulf of St. Lawrence) 南岸積雪厚度竟達十五英尺。於一八九一年在英國得文 (Devon) 與康瓦爾 (Cornwall) 間於三月九日至十三日暴風雪，七輛火車被埋沒於達德莫 (Dartmoor) 地方達數日之久，旅客在凍飢交迫情況之下，僅得身免。在軌路兩旁豫為避免此種嚴重風雪災害，宜樹藩籬或栽種樹木，以防止吹雪堆積的嚴重後果。

積雪在天窗 (Skylights) 上常能影響及於室內上層日光，由於雪面高度反射作用，使室內日光暗淡失色。即掩蓋一薄層新雪亦能使投入室內光線反射達百分之八十。據美國濮端 (J. C. Porter) 研究所

獲結論：以輕鬆叢簇如羽毛的積雪半英寸，將可減低照明度達百分之七點五。若積雪一英寸厚度則將減低照明度至外界的百分之三，倘積雪三英寸則僅及雪面照明度的百分之一，按澳洲實際觀測結果，以積雪厚度三點二五英寸對於天窗照明度影響，約等於由外界二四七呎燭光 (Foot-candle) 將減至一呎燭



附圖二十八 雷雨雲塊與地面正負電子分佈



附圖二十九 梯閃狀態

光照明度。冰暴 (Ice Storms) 亦常能造成災害，於一九二一年十一月美國麻薩諸賽州 (Massachusetts) 連續雨淞三日，並括東北風。沿途電線均穿冰衣厚達兩英寸，使支柱無法荷負其重量，電線遂多折斷，

使電源與電訊中斷數日之久。兩淞災害在英國所見頻率較低，僅數年一見。而最經見的損害乃為電流捷路 (Short-Circuiting) 與絕緣體焚毀現象。

(五) 閃電災害 閃電 (Lightning Flash) 係一連串卸電 (Discharges of Electricity) 迅捷循同一路徑進行的現象。閃電來源由於一雲塊積聚電荷與另一荷電雲塊或與地面間所發生卸電現象。而此類荷電雲塊多發生於雷雨雲中。大抵見於地方性強烈旺盛對流的熱雷雨 (Convective Thunderstorms) 與兩種不同性質氣團交綏的鋒面雷雨 (Frontal Thunderstorms) 型類環境中。在此類雷雨中有強盛的上升與下降氣流，此強盛氣流造成大量正負電子的分解作用。一般而言，由於雨滴多攜帶負電子而下降集於雲塊下層，而正電子留在雲塊的上層。其結果在雲頂與雲底間，及雲底與地面間形成極大的電位 (Electric Potential) 差。(參照附圖一十八) 在雷雨鮮見地區，閃電現象亦間能發見，在火山爆發中的氣體雲 (Gas Clouds)，大火中濃密的煙雲 (Smoke Clouds) 在沙漠中的塵暴雲 (Dust Clouds) 甚至在有霾的晴空中，僅須有一部份荷電空氣漂流至一地區與另一部份荷電空氣或鄰近地面相接觸，於一年中隨時能有閃電產生。引導閃流電擊 (Pilot Leader Stroke) 大約以每秒一百英里速率從雲端傳達地面。在最初導引閃流 (Pilot Streamer) 僅屬數安培 (Amperes) 但隨由同一路徑加大速率繼以梯形導流 (Stepped Leaders)，每節梯距約在一百五十英尺。梯閃常作樹枝分叉，其分枝的方向每為其走向。(參看附圖一十九。) 因閃擊 (Stroke) 路徑導電作用而增進其閃光，待到達地面時而至其極。電流向上回閃其速率可達每秒二萬英里，而電流發展可高至二十萬安培。此電流增進率約為每秒百萬分之

一至十時距而達其最高峯值，而後降落至數百安培低值。而前閃與後閃間的時差僅屬數百分之一秒而已。在後閃流中概括若干迅速突發的激射導流 (Dart Leader) 而隨後繼以回歸閃流 (Return Streamer) 與導引閃流相若，而達閃流的高峯。初閃與終閃其極性 (Polarity) 常見相反，或由於一地區雲塊中極性不一的所致。閃電形態在通俗語彙中，有稱脈閃 (Streak Lightning)，常作枝狀閃電；熱閃 (Heat Lightning) 常作幕狀閃電；帶閃 (Ribbonlightning) 常有較寬廣範圍，此或因一次閃電中多次閃擊而因風漂移的現象。片閃 (Sheet Lightning) 常因濃厚雲層間隔而經閃電照明所見的現象。此外尚有所稱球閃 (Globular Lightning) 者，據亨富萊 (W. J. Humphrey) 解釋乃係由於觀測者眼球運動而遺留於網膜上落後的影像 (After Image)，在脈閃發生於觀測者過於近接地點所生的現象。

閃電測量常運用閃光與雷聲發生間的時距，以大約推定雷雨雲與觀測者間的距離。因光速約為每秒一八六、〇〇〇英里而聲速僅為每秒一、一〇〇英尺。至於閃電發生方向則須裝上無線電天線的定向儀測定磁電發生方向而由陰極射線示波器 (Cathode-ray Oscillogradh) 以記載電量的強弱。電擊時計 (Fulchronograph) 為設計測量閃電專用的一種儀器。而閃性計 (Klydonograph) 更為以照相判斷閃電極性的儀器。由各種儀器測量的結果所得閃電性質的要點略舉如下：

平均每次閃電發耀中數約為三次；

平均發耀間時距約為〇點〇二秒；

中數電流峯約為二五、〇〇〇安培；

最高電流峯爲二〇〇、〇〇〇安培；

閃擊中總卸電中值約爲三〇庫倫 (Coulombs)；

閃擊中總卸電最高值約爲一六四庫倫；

中數時距至第一次發閃電流最高峯約爲一微秒 (Microsecond)；

中數電流上升率約爲每秒 10^{10} 安培；

中數時距電流降落至最高峯的半值約爲五〇微秒。

閃電感應影響可能由於靜電或磁電誘導，或二者兼之。閃電影響所及範圍可達五十英里以上。由

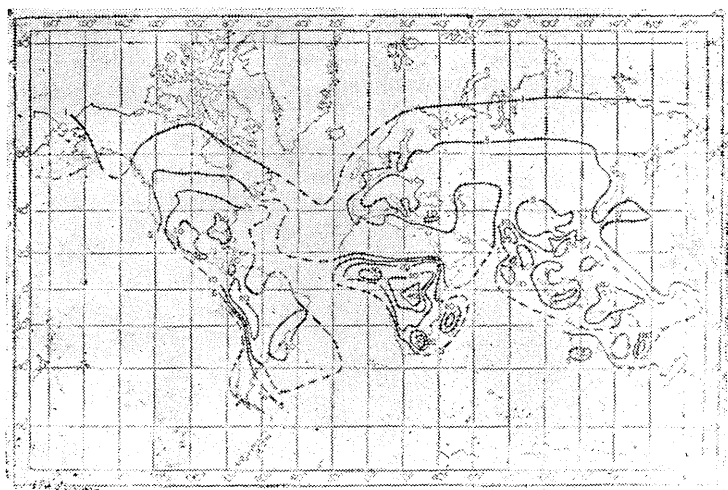
閃電的電位梯度 (Potential Gradient) 可以推測其電位量 (Magnitude of the Potentials)。據韋爾遜 (C. T. R. Wilson) 觀測在三英里外閃電發生的結果，電位梯度變化可達每公尺一五、〇〇〇伏特 (Volts) (或每英尺四、六〇〇伏特)。一條晒衣金屬線由二公尺 (六·五英尺) 高度木柱支住，在一

電閃中其與地面間電位可增至三萬伏特。在雲與雲間或雲與地面間電壓 (Voltages) 增至相當強度，閃電發耀現象隨即產生。實際測量電位坡度最高可達每英尺一百瓩 (約等於每公尺三二八瓩)。在直接閃擊發生時電壓可增達四、五〇〇瓩。因此閃擊每形成災害。至於雷聲 (Thunder) 的發生則由於循閃電路徑空氣的增熱 (Heating) 分解 (Dissociation) 與游離 (Ionization) 作用使氣壓突增。在一閃擊能量中可達 10^8 或 10^9 瓦特秒 (Watt-seconds) 工率單位。其大部份能量即用於空氣增熱。假定閃電路徑一英尺直徑與一英里長度，以 10^8 瓦特秒計算，將增溫可達攝氏六五〇度而增進氣壓達二氣壓 (Atmos-

thers) 以上，由於分解作用使氣體分子 (Gas Molecules) 數量驟然增加，因而發生雷聲。雷聲所傳

達距離僅在十至十五英里間。此種驟然的音爆，常亦能震動門窗，撼搖建築物體。

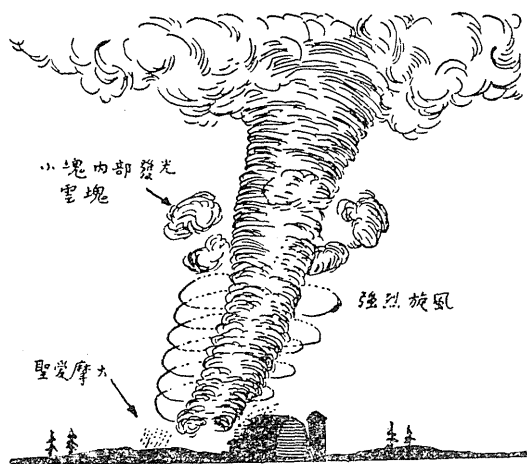
樹木常遭受閃擊災害，在降雨前災害較為嚴重而在降雨後災害較為輕微。磚石建築物遭逢閃擊每能使崩碎為片段而擲出於百英尺以外之地。當閃擊時有物體在其空隙間，每含有若干水氣，在樹木空隙間水氣於驟然增熱時，其體積可增大至一千倍 (1,000-Fold) 而產生極大的爆炸現象。在閃擊時易於引燃的物體，均應於事前防範。甚至閃擊可能引起森林火災。閃擊發生次數往往隨雷雨發生頻率而增減。在美國等雷頻線 (Isoceramics) 最中中心。一見於坦帕 (Tampa)，另一處則在聖塔非 (Santa Fe) 地方。在東南亞地區發生雷雨日數頻率最高中心，一則見於菲律賓的中部，而另一中心則見於馬來半島的南端。在城市中因閃擊死亡的人數往往少於鄉間。而多於山區或林木稀



圖四二 估計地面閃電發生次數分佈 (單位一每年每平方英里發生次數)

少地區。大抵受閃擊的人畜均多隱避暴雨於樹蔭，或躲避空曠小屋中，或傍近藩籬邊。於美國每年因閃擊的死亡率約四百人或每一百萬中有三人喪生於閃擊，但在英國則在百萬分之一以下。美國每年因閃擊造成火災而損失達一千二百萬元。至於閃擊災害防範的方法，將於容後加以論述。

雲間發生的閃擊每不致形成災害，而雲與地面間所生的閃擊則為災害的泉源。依據歌爾德 (R. H. Golde) 於英國氣象學會季刊第七十一卷發表其研究結果，估計在英國每年每平方英里內所發生雲與地



附圖三十一 龍捲風之形態

間的閃電約有六次，而年平均等雷次數頻率線 (Isopleth raunic Level) 約為十二。因以推測雲與地面間閃擊次數約等於附近雷雨發生次數之半。在熱帶地區劇烈雷雨發生的次數較多，而發生閃電次數亦多，但其在雲塊與地面間所生的閃電次數，可能僅為溫帶地區的半數，或僅為雷雨頻率的三分之一次數。(參照附圖三十) 雲塊與地面間閃電次數每視地面高度與地形情況而異。在塔端遭逢閃擊機會較平地環境為多。於美國在一年中雷雨次數約在二十五至四十五次，而閃擊在五百英尺高度以上建築的次數，每年以直線率 (0.004H) 增加。H 為建築高度以英尺計。在五百英尺以上建築遭逢閃擊率頻率

迅速增加。美國紐約的帝國大廈 (Empire State Bldg.) 高度一千一百五十英尺，於三年中受閃擊次數達六十八次之多。山頂插入雷雨雲中所受閃擊的頻率自將增多，但閃擊的電壓較地面為低，而所受損害因亦較小。一般平均雷雨雲底高度約為三千英尺 (約九一四公尺) 與五千英尺 (約等於一、五二〇公尺)。在若干地區發生閃擊雲底的高度在一、五〇〇英尺 (四五七公尺)。甚或低至五百英尺 (約等於一五二公尺)。

(6) 陸龍捲 (Tornadoes) 與颳 (Squalls) 龍捲風發生於陸上的稱陸龍捲 (Tornadoes)，其發生於海上的稱爲水龍捲 (Waterspouts)。眞性龍捲係屬於一迴氣柱，(參照附圖三十一) 其直徑不過一千英尺。其中心風速甚強可達每時三百英里，最高可達每時五百英里。在此迴旋空氣柱中心有部分上升分力 (Component) 可達每時一百至二百英里。因此雖笨重物體亦能高舉數尺英尺，而轉輸至相當遙遠地區。更由於旋轉風的離心力 (Centrifugal Force) 影響，使其中心形成部份眞空 (Partial Vacuum) 狀態。龍捲風的災害可從二方面說：一爲強勁風力拔樹倒屋，捲車帶物隨其行徑而去；另一方面爲中心氣壓突降，使在龍捲風中心經過時若房屋門窗緊閉，使室內無暇調整空氣氣壓，在屋頂、門窗及牆上產生向外壓力，房屋因而發生崩毀現象。其壓力約在每平方英寸二至三英磅左右。因此房屋的牆與窗向外奔走而屋頂掀去。由於龍捲風的狂勃效應 (Freak Effects) 所致抽吸作用 (Suction Effect) 且每能有拔去鷄毛，撕碎人類衣著離奇現象。非屬於極堅固的建築，類多不能抵禦龍捲風的風勢。每當龍捲風襲擊一個城鎮時，往往災情嚴重。一八九六年五月二十七日龍捲風襲聖路易 (St. Louis) 城損毀財產達一

千萬美元，有三百零六人喪生。據金善 (J. B. Kincer) 稱一九一六至一九三五年間於美國有龍捲風二千八百次。統計死亡五、二二四人，財物損失約為二億三千萬美元。平均每次龍捲風災害面積約一平方英里許，因此在二十年中龍捲風災害範圍面積約為三千平方英里，而在美國可能遭受龍捲風災害範圍，其面積達一百二十五萬平方英里之廣。一九六五年美國有龍捲風九二七次之多，較一九五五年至一九六四年間平均數六二八次，幾乎增加達百分之五十，死亡人數達二九七人。於美國常遭龍捲風襲擊地區乃在密士西比河 (Mississippi) 中上游與俄亥渥 (Ohio) 及密蘇里 (Missouri) 河谷低地。喬治亞 (Georgia) 及南、北卡羅來納 (N. and S. Carolina) 與墨西哥灣沿岸各州亦偶有龍捲風的巡禮。但在西經一百度以西及沿海岸均鮮見龍捲活動的記載。在美國最經見龍捲風活動的各州為坎薩斯 (Kansas)、愛阿華 (Iowa)、德克薩斯 (Texas)、阿肯色 (Arkansas)、伊利諾 (Illinois) 與密蘇里 (Missouri) 等州。在臺灣於近年間於左營、屏東、馬公、新竹等處均亦曾見龍捲風的踪跡，特其災情尙未達極嚴重階段而已。

颶 (Squalls) 的現象與龍捲風現象不同，因其結構組織並無垂直旋轉空氣柱軸。颶是一種突起的強風，而有顯著陣性與風向的轉變，但其持續時間甚短。颶有二種不同的型態：(一) 在冷氣團循一寬廣的鋒面前進，其移動速率迅捷，突然將前方的暖空氣抬起。常發生陣雨或雹常帶有雷，地面氣溫急降。此氣壓分佈型態常稱為楔形 (或V形) 低氣壓，在沿槽線 (Trough) 上即在冷鋒面發生線颶 (Line Squalls)。此型颶形態較為寬廣，每在中緯度地帶勢力強盛而在副熱帶地區勢力薄弱。最大颶的災區亦祇限於一條窄狹地帶約在三十碼寬以一百至一百五十碼長度。此類颶的發生每為海空航行上的障礙，

由於風的陣性與風向的突變；(1)颶線 (Squall Lines) 隨冷氣團下降越過山嶺後發生颶的現象。世界各地以在熱帶為經見。蘇門答臘 (Sumatras) 的麻六甲 (Malacca) 海峽尤為顯著的例證。此類發生的颶在陸上鮮有危害，而僅多增航行上的困擾；(2)雷雨亦常伴同地方性颶俱來。在雷雨中心有旺盛上昇氣流，有時降雹 (Hail)。此空氣冷卻後下降至雷雨核圈 (Thunderstorm Cell) 邊緣，而在此下降氣流與地面暖空氣發生氣溫上極大的差異，因而驟然產生小範圍的地方性颶，亦足以形成局部的災害，其範圍約在五英里長度與半英里寬度光景。在尼日 (Nigeria) 的卡諾 (Kano) 地方於一九四七年六月十二日風力突增至每時二十至八十英里，沿二百至三百碼寬度地方房屋屋頂均被掀飛，氣溫急降自華氏八十九度至六十六度，且降暴雨。在副熱帶地區在雨季前過渡時期每發生此類的雷颶。

世界各地陣性風速最高可達每時一百二十五英里，而最低值於每時四十五英里以下地區多在赤道附近。若南美洲南北緯度十度間；中非北緯五度與南緯二十度間；在北部印度受喜馬拉耶 (Himalayas) 山脈屏障的地區與東印度羣島南、北緯度五度間。一地區的最高風速得由其在十年期內所得的最高值作約略的估計，其間關係得以下列方式表示之：

$$V_N = V_{10}(0.8 + 0.2 \log N)$$

按上式中 V_N 為在 N 年期間中所推測得最大風速， V_{10} 則為十年期間內的最大風速。

陣風風速每隨距離地面高度增高，但並不如其平均速度的迅速。依據卡魯塞斯 (N. Carruthers) 研究地面陣風風速與在 H 高度三十三英尺處風速的平均比例 (Average Ratios) (原著見英國皇家氣象

學會季刊第六十九卷第二八九頁)，列舉如下：

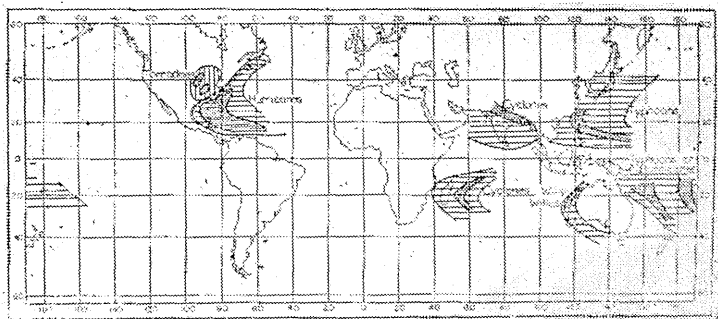
附表二十 地面風速與高度之關係

高 度 (英尺)		一〇	二〇	三三	五〇	六〇	八〇	一〇〇
風速	沿 海	〇・九三	〇・九七	一・〇〇	一・〇三	一・〇六	一・〇七	一・〇九
比 例	內 地	〇・九七	〇・九八	一・〇〇	一・〇一	一・〇三	一・〇四	一・〇五
$V_H/V_{33'}$								

由上表觀察，可以顯示地面崎嶇 (Roughness Effects) 因素足以影響及於陣風速垂直的分佈。可見地面風速受建築、森林、藩籬及其他障礙物的影響足以使其風速減低，而在屋脊平均高度以上其風速亦略隨高度而增加。

(七) 熱帶氣旋 (Tropical Cyclones) 與颶風 (Typhoons) 熱帶氣旋常見於緯度五度至三十度間，在北太平洋西部、印度洋、北大西洋、孟加拉灣 (Bay of Bengal) 及澳洲的西北部。但不見於南大西洋。熱帶氣旋為螺旋形風系，在北半球風向以逆鐘向 (Anticlockwise) 向中心旋轉，有風暴眼 (Eye of the storm)。其中最大風速可達每時一百八十英里。熱帶氣旋的地域名稱衆多。比較通俗的名稱：例如：颶風、碧瑤風 (Baguio)、颶風 (Hurricanes) 及威烈威烈風 (Willy-Willy) 等均僅由於所見地域的不同，因而各異其名，實則同為熱帶氣旋一類。一九二八年颶風襲波多黎谷 (Porto Rico) 的聖胡

安 (San Juan) 地方，風速最高紀錄達每時一百四十英里。熱帶氣旋爲一團勻和的氣質與溫帶氣旋不



附圖三十二 熱帶風暴與龍捲發生地域分佈

同，其間無鋒面的存在。在熱帶氣旋經過路徑每挾帶狂風暴雨與驚濤駭浪而俱來。在熱帶風暴前進方向的右方，因其前進速度加以旋轉速度 (Speed of Rotation)，風勢分外強盛，常爲熱帶風暴區域中航行危險半圈，而在其左則稱爲可航半圈。熱帶風暴風勢凶猛，在沿岸附近可掀起浪高達四十英尺以上。值逢高潮時期潮浪並漲，在沿海所形成災害，更有甚於狂風與暴雨。在南半球地區風系循順鐘向 (Clockwise) 向低氣壓中心旋轉，而其危險半圈則轉而移至其前進方向的左方。

世界各地熱帶風暴 (Tropical Storms) 發生主要的地域，可分爲五個地帶：(一)西北太平洋在東南亞洲沿岸一帶，統稱爲颱風。颱風在北太平洋中活動季節甚早，於四月間已始萌動在臺灣及中國沿海岸所見時期，大致自六月至十月間，而颱風行徑北進侵襲臺、日、韓一帶，蓋在七月至十月間。至於襲擊菲律賓及中國南海一帶則以在七月至十一月爲頻繁時期。(二)在印度孟加拉灣與阿拉伯海 (Arabian Sea) 統稱熱帶風暴爲風暴 (Cyclones)，其活躍期間在四月至六月與十月

至十一月間。(三)在加勒比海 (Caribbean Sea) 及墨西哥灣一帶稱為颶風，其活動亦在七月至十月間，在加州西南岸亦偶有颶風巡禮。(四)澳洲西北與東北部的熱帶風暴稱為威烈威烈風其侵襲活動期在十二月至三月間，因南半球的季節與北半球相反。(五)另一南印度洋熱帶風暴區則在南非馬達加斯加島東岸其活動期間亦在十二月至三月間。(參照附圖三十二)

熱帶氣旋產生地區常在南、北緯度五至十度間。其行徑始離開赤道而向東進，中心風速每隨緯度而增加，其行徑轉向點 (Recurvature) 亦隨季節變易，大抵在緯度十五至二十五度間，而後在北半球向西域西北方向，在南半球折向西南方向。直至其登陸後潛能消失，或轉變為溫帶性氣旋 (Extratropical Cyclones)。風暴移動速率以在轉向期間最為緩慢。在風暴轉向後移動速率常比較轉向增加達一倍或一倍以上。熱帶風暴的行徑每詭譎多變，不易捉摸。但其準常行徑多作拋物線形。熱帶氣旋發生的次數及其行徑的統計，因在已往尚無氣象衛星傳真的記載及氣象雷達網的普遍設置，於海上船舶記載稀疏，難免有所遺漏。今後記載當能增益其世界各地熱帶風暴發生頻率分佈研究的實況。

附表二十一 近五十年來世界各地熱帶氣旋發生次數分佈

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年
西印度羣島	—	—	—	—	—	一五	一八	三〇	三三	六六	二二	三	(四四)
阿拉伯海	—	—	—	二	六	七	二	—	—	—	—	—	—

孟加拉灣	1	1	1	6	3	5	1	8	15	20
北太平洋西部及中國海	1	3	3	27	23	17	33	18	100	1,120
北太平洋東部	1	1	1	1	6	1	1	4	3	150
南印度洋	2	6	2	2	2	1	1	1	3	300
西北澳洲	2	7	8	3	1	0.5	0.5	0.5	1	350
昆士蘭	3	3	3	3	7	6	1	3	8	120
南太平洋東經一六〇度至西經一四〇度	3	6	6	1	1	0.5	0.5	1	2	80
臺灣(一八九七—一九六二)	5	8	2	5	6	3	2	1	6	1,370

按上表中南太平洋的紀錄依據一七八九至一九二四年間記錄似嫌過低。至於臺灣的記錄則依據一八九七至一九六二年紀錄，若與北太平洋西部總次數五比較，則覺略感稍高。就前表中熱帶風暴次數中有半數或三分之一次數多屬強烈風暴，風勢凶猛。風暴路徑大抵僅多歷經海上島嶼。在西印度羣島每年歷經颶風約在五左右，但平均破壞性颶風次數每年不過在一次而已。據金善(J. B. Kinser)估計颶風災害於一九一六至三五年二十年間約近三億八千六百萬美元。戴訥虛(J. R. Tannehill)稱一九一七至四一年間在美國因颶風而喪生人數達四、二〇〇人，但其中概括於西印度羣島、中美與墨西哥所死亡的一千人在內。臺灣地區自一八九七年至一九六二年六十六年內平均每年因颶風災害死亡人數達一〇一人，房屋倒塌一四、二二八間，其損失對於國家總生產值而言，約佔百分之一點零八。南印度洋的熱帶風暴

其平均猛烈情形不若西印度羣島區域，其最大風速平均僅及西印度羣島的三分之一。在美國東南沿海岸最高海浪高於海平面約三十英尺，而在留尼旺島 (Reunion 1.21°S., 56°E.) 海浪高度鮮見超出十五英尺。海浪的破壞力等於其海浪高度的平方，因此在留尼旺島的破壞力僅及於美國的四分之一而已。但在南印度洋風暴豪雨則大於美國墨西哥灣沿岸一帶。

熱帶風暴的直徑在其產生地區範圍較小，平均直徑不過二十五至五十英里，但推至高緯度其範圍漸次擴展平均直徑可達五百英里。在風暴中心有一平靜無風的區域，且能見青天。此中心區稱爲『風暴眼』，其平均直徑小於一百英里。在經過『風暴眼』前後均爲暴風雨區域。據英國海軍部天氣觀手冊載熱帶風暴平均風速在離中心三十五英里範圍風速超過每時七十五英里，在離中心五十英里處風速約每時七十英里，至距離中心一五〇至二百英里範圍，風速乃降至每時三十英里左右。更強勁的風暴，其中心風速將依比例增加。而在風暴中平均破壞性地帶約在一百英里範圍。颶風路徑在西印度羣島區域籠罩一地帶寬廣達一千五英里。因此颶風侵擾地區僅及此帶之十五分之一。熱帶風暴並不能歷經此整個在帶範圍，而僅得生滅出入於此地帶區域。在此一千五百英里寬度地帶內一年平均頻率僅有五次風暴，亦即在五年中於此地帶內任何一處可能有一次風暴侵襲的機會。更進而言之，此風暴羣中僅有三分之一的強烈風暴，所以可能形成災害的風暴，其機遇更低降至十五年一次而已。據戴訥虛 (I. R. Tannehill) 調查一八七九年至一九四三年間每一百英里海岸到達颶風強度風暴的次數與平間隔的年數如次：

密士西比 (Mississippi) 四

北卡羅來納 (N. Carolina)

九

阿拉巴馬 (Alabama)	五	南卡羅來納 (S. Carolina)	111
德克薩斯 (Texas)	七	路易西安那 (Louisiana)	114
喬治亞 (Georgia)	八	佛羅里達 (Florida)	117

熱帶風暴的踪迹在近二十年來，由於氣象雷達站普遍的設置與氣象衛星傳真資料的轉播，其動態已能瞭然如指掌，風暴結構狀態亦有新穎的認識，豫告及警報體系已有新的改善，風暴的災害自可日趨減少，祇有風暴性質的改變，尙有待於更深入的研究與發展。

②塵暴 (Duststorms) 在乾燥 (Arid) 與半乾燥 (Semi-Arid) 氣候環境，尤其在乾旱時期，最令人厭惡的現象，乃屬於烈風，舞沙揚塵，掀起各種塵象。一九三四年五月十一日塵雲範圍寬達九百英里，長一千五百英里。塵土蔽日，紐約與波士頓天色昏暗，更西向則在公路道途，塵土堆積，須加剷除，始得通行。塵土浮游空際，障蔽視程，能見度僅及數尺，使陸路交通爲之中阻，沙風所至，房屋窗戶玻璃均受擦損。汽車行駛於塵暴中，漆面均呈爪痕。在肥沃土壤表層經強風括去浮土實屬對於土質有莫大的損害。在若干強風塵暴頻繁區域，雖雜草亦不能繁植，而土地迅速剝蝕。因此塵暴爲自然主宰化綠野爲沙漠與人類化沙漠爲綠野工作適形對比。

塵暴在歐洲亦有發生，但獨在俄國東南部與南部有甚嚴重的塵暴現象。一九二八年四月二十六日至二十九日有一嚴重的塵暴過境，在東歐、中歐與俄國南部一帶整天日光隱蔽端賴燈光工作，塵土如吹雪推積厚度盈尺。在沙漠地區於酷熱下午，常括起大風，沙塵四起，盤旋若柱軸，風勢強暴，天玄地黃，

第六章 氣候的控制

人類生存於對氣候奮鬥環境中，大部份人們工作與優閒時光均消磨於戶內，而不在於戶外。因在室內氣候能有溫度、濕度、光度的標準，無論在生活、工作或遊樂得以維持其效能。戶外的氣候各地因其季節環境而變異，相差懸殊，不能若室內氣候作有限度的控制。室內氣候控制的方式，要不外乎：(一)在寒冷氣候時使室內增加溫度，春暖一室；(二)空氣調節 (Air Conditioning) 使室內氣溫與濕度得適當調節，而冷暖燥濕得宜；(三)室內明暗以燈光調和使不受晝夜日光強弱的影響；(四)戶外的生活對於氣候侵襲的防護，端賴適當的衣著。服裝設計的形式與輕重，在初民亦均以氣候環境與人類體力荷負能力為依據。至於服裝設計浸淫演變，漸重外觀，或忘其本義，自不在吾人之所論列。簡要的說，衣著的原義有三種即：(一)防寒；(二)防雨；與(三)防曬。此三者皆為適求生存的要件。

(一)溫暖居室 天寒地凍人澀縮，地爐生火自溫存。氣溫變化對於人類生活的舒適及工作效率關係極大。坐定工作的適宜溫度在英國約為華氏六十至六十五度，而在北美洲為華氏六十五至七十度。氣溫的標準對於生活的環境有連鎖的關係，譬如勞動繁忙的人，華氏六十一度已得適合其生活環境，而坐定工作的人也許須氣溫在華氏六十九度始能適合其居處生活，外界氣溫有周日的變遷，於日中時的氣溫可能較高於清晨氣溫達華氏十至二十度，但在室內則因為有儲藏熱量的能力，其周日氣溫的變化因而較小於室外氣溫。此氣溫較差的差別，須視建築物的大小，牆壁的厚度與室內空氣容量的多寡而定。金屬的容器

行路艱難，在北非與阿拉伯稱爲『毒風』(Poison Wind)亦稱吉勃利(Ghibli)風，但較埃及(Egypt)的『坑姆斯』(Khamzin)風與蘇丹(Soudan)的『哈布風』(Habooos)更爲強烈。『毒風』土稱『夕蒙』(Simoon)，其發生時掀起一陣熱風，繼之以塵土細沙所形成的塵雲，視程僅達數碼之地。氣溫最高曾達華氏一三三度，空氣似轉爲熾熱狀態。使人體內一部份水氣亦遭受吸收，必須加飲飲料，以濟渴熱。在此種環境下，使眼睛如焚，神經困倦。

值逢塵雲中雨降，每爲泥雨(Mud-rains)。最惡劣的泥雨下降於火山爆發時或爆發後，常產生不良的後果。在沙漠所產生塵土常作紅色。因此在撒哈拉(Sahara)沙漠中所降泥雨，常稱謂『血雨』(Blood Rains)。一九〇三年二月二十一日至二十三日在南半英格蘭(England)與威爾斯(Wales)及大部歐洲地區曾降落『紅雨』(Red Rain)而追蹤此紅雨的來源乃來自撒哈拉沙漠中。『泥雨』或『紅雨』所沾污的色澤常不易於濯去，但無所損害。

或工具與水槽之類安置於室外，在日間吸收大量的日射，溫度甚高，至夜間熱量散失，溫度轉為甚低。葛禮遜 (R. Grierson) 稱：『牆壁的性質對於氣溫影響，殊屬重要，房間嵌格的牆壁 (Panellled Walls) 比較石質或磚砌的牆壁增加溫度與散失溫度均較容易。室內住人、爐灶與照明設備，均能在暖氣設備以外增加室內氣溫。一室之內所須增加的氣溫能量，即為其室外日平均溫度與適宜標準溫度在英國為華氏六十度，在美國為華氏六十五度的差數。在各種不同情況下，所需適宜溫度可能有所差別，在溫室中冬季所需溫度標準至華氏四十五度已足，而在其他工業設施所須達溫度標準在華氏七十五度。

『度日』 (Degree-days) 與『度時』 (Degree-hours) 『度日』為工程人員推算所需增加溫度能量的標準單位。在採用華氏溫度制的國家，1『度日』即表示在平均溫度低於標準溫度華氏一度的日數1日。假定適宜標準溫度為華氏六十度，在一月中平均氣溫為華氏四十度，而無一日平均氣溫超過華氏六十度。則『度日』數等於 $(60-40) \times 31 = 620$ 『度日』數，倘若採用美國標準則『度日』數等於 $(65-40) \times 31 = 775$ 。在日平均溫度超過於標準溫度時，則『度日』數等於零。在採用攝氏溫度制的國家，1『度日』即等於一日低於標準溫度攝氏溫度一度日數。在德國採用攝氏十九度為標準溫度（即等於華氏六十六點二度）。倘欲以攝氏『度日』數轉換為華氏標準時應以一點八乘之。在德國更以室外溫度低於攝氏十二度（華氏五十四度）時而始在室內添生爐火，增暖室溫，在室外溫度高於此標準時，即停止增暖室溫。

關於燃料消耗的規定，僅憑日平均溫度而不依據日溫度較差在大型建築物已足夠準確性，尤其辦公大廈僅供白晝使用。至於小型住宅或大型建築的附屋，須求更精密的計算，則氣溫的『度時』數，自有其需要。葛禮遜 (R. Grierson) 以寇烏觀象臺 (Kew Observatory, Richmond, Surrey) 五年每月的氣象紀錄，自華氏三十五至七十度間以每隔五度為一階級，而求其頻率百分比。植物生長的臨界溫度 (Critical Temperature) 為華氏四十二度。英國氣象局即憑此溫度標準計算在此溫度以上或以下的日數，而以此溫度積稱為積溫 (Accumulated Temperatures)，但等於『度時』數除以二十四。其推求要點如下：

最高氣溫低於華氏四十二度：以四二減去平均氣溫。

平均氣溫低於華氏四十二度，但最高氣溫高於華氏四十二度： $\frac{1}{4}(42 - \text{minimum})$

平均氣溫高於華氏四十二度，但最低氣溫低於華氏四十二度： $\frac{1}{2}(\text{Maximum} - 42) - \frac{1}{4}(42 -$

$\text{minimum})$

最低氣溫高於華氏四十二度：則在華氏四十二度以下無累積溫度。

普通房屋室內氣溫日較差約為室外氣溫日較差的三分之一至五分之一。據白魯克士 (C. E. P. Brooks) 分析荷蘭海牙 (Hague) 室內與室外氣溫較差的比較結果如下：

		最高氣溫 (華氏)	時 間	最低氣溫 (華氏)	時 間	較 差
室 外		七一·八	下午三時	六一·五	上午四時	一〇·三
室 內		六八·〇	下午七時	六五·八	上午八時	一一·二

室內的最高與最低氣溫約較室外落後約四小時光景。在一間大的工廠於夏季其室內氣溫日較差大約比較室外氣溫日較差少五分之一左右。採取在標準溫度以下氣溫『度日』或『度時』數可以知最低有效溫度 (Effective Temperature) 而確定熱能所需總量與燃料消耗量。戶外氣溫低於標準溫度時，在一年中僅有較短時日，且在夜間時室內氣溫可以維持輻射平衡，以過渡最低氣溫極端值。而在戶內熱量維持耗費較多的乃在於廳舍部份，因在一日間起居所用時間較少，因此其增暖時間應予以節制，以省却生火合理發端初期的消費 (Initial Cost)。所以建築物內鍋爐或電機容量須維持戶內氣溫略高於戶外氣溫年平均最低值標準。

利用日射熱能以增益室內氣溫，亦應儘量運用。所以多開向南窗戶，以接受日光。近二十年來且研究日射熱能儲藏以供室內增溫的利用。戴爾基 (M. Telkes) 曾著『儲藏日能·增暖家庭』(Solar house-heating—a problem of heat storage) (Heat. Vent., N. Y., 44, p. 68) 美國佛羅立達大學霍勤士 (Harold M. Hawkins) 亦曾於該校彙刊第十八號 (Bulletin No. 18) 發表利用日射熱能供應家庭熱水方法 (Domestic Solar Water Heating In Florida)。其方法在安置特製水槽吸收太陽熱能或利用

化學物質轉換熱能，並以絕緣物體防止熱能輻散，使熱水能周流室內，以供應用。熱能的散失亦以窗戶間為最多。日光射入室內，多在窗戶的上方，在英國尤以在西北方向的窗牖，所以窗牖高度須視其牆壁向日朝向而有高下的差別。房屋建築於山坡，在清明寒夜每有山風下流，靠山方向宜植樹屏障寒風及保護室內氣溫的輻散。牆壁、地板、天花板均宜採用絕緣設計，以保持室內氣溫，裝設壁爐。已僅能作為裝飾點綴而已。

(二) 空氣調節設施即為室內氣溫與濕度的控制。氣溫的高下固為人類生活中感覺舒適與效能主要的關鍵，相對濕度與風速亦屬於重要的素。所以『有效溫度』乃指空氣靜止時的氣溫，而飽和空氣 (Saturated Air) 於此亦含有與冷暖同一意義，在坐定工作者 (Sedentary Workers) 穿著戶內衣服在實際氣溫、濕度與空氣流動的環境。據美國空氣調節工程學會 (American Society of Heating and Ventilating Engineers) 規定『適宜有效溫度』 (Optimum effective temperature) 為華氏六十七

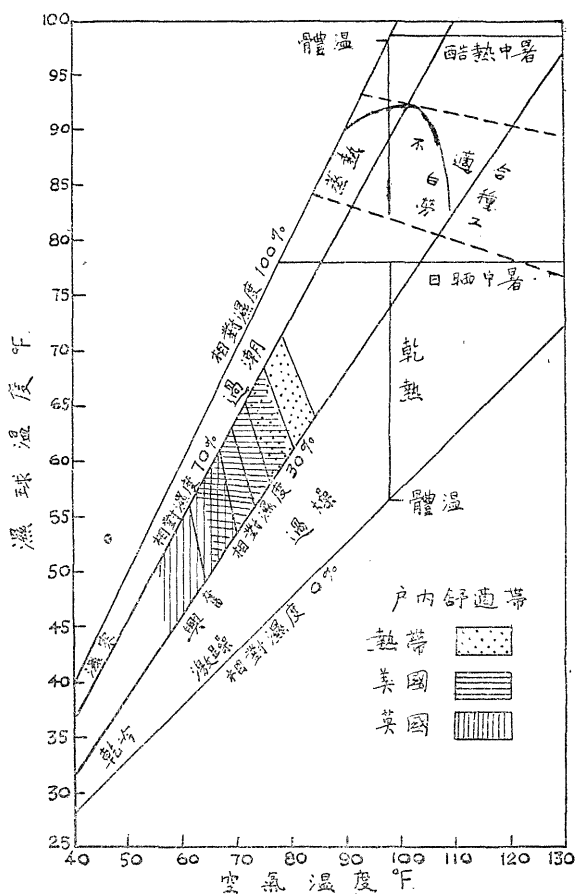
附表二十二 有效溫度與氣溫及濕度的關係

有效溫度 (華氏)	六 〇						六 七			
氣溫 (華氏)	六〇	六一	六二	六三	六四	六七	六八	七〇	七二	七四
濕球溫度 (華氏)	六〇	五七	五四	五一	四八	六七	六五	六一	五七	五四
相對濕度 (百分比)	一〇〇	七六	五五	三七	一九	一〇〇	八六	五九	三五	一七

度。但可能在冬季爲華氏六十五度，於夏季爲華氏七十三度。此適宜有效溫度在英能國可能較低，而爲華氏六十度。茲將『有效溫度』華氏六十度與六十七度，而空氣流動速率在每分鐘二十英尺時與相對濕度關係，列如上表：

在空氣流動速率增加時，即在空氣濕度已達飽和狀態，有效溫度仍屬下降。在空氣流動速率爲每分鐘二十英尺時，即爲在靜寂的空氣環境中，如空氣流動速率增至每分鐘一百英尺時，有效溫度即可自華氏六十度降爲五十八度，倘有效溫度爲華氏六十七度，即可降爲六十六度。此所以電扇搖動時可以感覺清爽。空氣中相對濕度應不在於百分之七十以上或百分之三十以下。在非常潮濕或非常乾燥環境之下，雖在適宜有效溫度人體仍感覺不甚舒適。馬克漢 (S. F. Markham) 稱人類工作最勤奮而有效能的理想溫度在華氏六十至七十六度之間，而理想相對濕度在百分之四十至七十之間。因是人類的氣候舒適環境不僅在於調節氣溫可以達成理想，且須同時調整相對濕度。乾球溫度表所指示的度數即爲空氣溫度，乾球溫度表讀數與濕球溫度表讀數的差數即能推求空氣中濕度的大小。較差愈大則相對濕度愈小；較差愈小則相對濕度愈大。在較差等於零時，相對濕度即爲百分之一百。就下附圖三十三中最外二斜線即表示相對濕度百分之一百線與百分之零線。而在此中間二斜線爲相對濕度百分之七十與百分之三十線。此二線間顯示爲濕度舒適區。在圖右上端兩虛線，係依據漢龍德 (D. Brunt) 推算所得 (Some physical aspects of the heat balance of the human body-Proc. Phys. Soc., London, 59, p. 713) 酷熱中暑的限度。在上端酷熱中暑虛線以上，而空氣流動速率在每分鐘十七英尺時，乃或屬出於一般人體能力的

上為施東 (R. G. Stone) 所訂可能中暑的限度線。至於華氏七十八度的平行實線乃顯示白種勞力能力限度線。斜條線區表示熱帶地區居民習慣舒適區，而陰暗區為美英人士生活習慣舒適區，中間陰暗交叉斜線區表示有效溫度華氏七十三度、六十七度與六十度地區。使人類生活氣候維持舒適環境在適宜氣溫與濕度時稱為空氣調節，即在寒冷天氣時空氣調節須概括增加空氣溫度與濕度，而在炎熱天氣時，須概



附圖三十三 生活環境舒適與危險帶

問題；而在下端中暑虛線以上時端視人體體力克服的能力而定。在空氣流動速率在每分鐘二百英尺時，此中暑限度線以上將為在空氣飽和狀態時乾濕球溫度須在華氏九十五度以上；倘在空氣濕度百分之三十四時，則乾球溫度須在華氏一百二十二度，而濕球度讀數須在華氏九十四度。在圖右上端曲線以

括減低氣溫與濕度。空氣調節尙應兼顧注意於空氣的潔淨問題。

在寒冷天氣環境下，空氣中包含少量的水氣，甚或在飽和狀態，當空氣加熱至舒適標準溫度，將仍有乾燥不舒適的感覺。在此情況必須在空氣中增加水氣，始能達到最大舒適的程度。以例言之，倘若外界氣溫爲華氏二十度而相對濕度爲百分之八十，則在每立方英尺空氣中僅含有一·〇六克冷 (Grain) 水氣 (一克冷等於〇·〇六四八克或七千分之一磅)。若氣溫增高至華氏六十五度，相對濕度將轉爲百分之十二。按相對濕度舒適限度爲百分之三十至七十。今若取其中數百分之五十爲標準，即在一立方英尺室內空氣中應增加二·五克冷的水氣。或每立方公尺室內空氣中須增多五·七克的水氣，以達所需溫度的標準。(按每立方公尺克轉換爲英制每立方英尺克冷，以〇·四四乘之即得)。以上爲理想的假設，實際上由於室內有人居住其呼吸亦能增益空氣濕度，因是於冬季在室內由於此類原由可能提高至百分之五至百分之十。但須視室內空間容積大小與居住人口的多寡而異其趣。所以一般在暖氣管前有安置一水碟的需要。

在炎熱天氣環境下空氣調節的問題。於夏季室內空氣溫度的冷却比較冬季室內氣溫的增暖比較困難。雖在目前空氣調節設施已爲現代生活中普遍的需要。裴瑞德 (H. C. Bazett) 論氣候影響於人類效能及其與社會發展關係 (Human Efficiency as affected by climate and its relation to social development—Advance, Sci., London, 4, p. 348) 曾以海軍艦隻在熱帶地區爲例。於停泊之後，室內氣溫急增至華氏十度以上，而空氣潮濕更甚於室外空氣環境。至於潛水艇中其惡劣情狀更甚，使士兵效能

有嚴重喪失。經裝置空氣調節設備於潛艇之後，士兵健康情況轉為整個艦隊的最佳者。在酷熱地區而驟然進入一氣溫調節室內，倘在室內與室外因氣溫的差別懸殊，每感覺一陣寒顫。一般有效溫度驟變華氏三度人體尚可容受。在熱帶工廠中以氣溫冷卻至華氏八十度，並採用去濕設施 (Dehumidifier)，較為適合理想的環境，在室內濕度降低以後，在廠中工人效能可以倍增。在熱帶地區工友所能荷負濕熱的忍受力往往隨個人的體質而有不同，尚不能一例而論其概。

在英國甚至於夏季各大都市常不感覺需要降低氣溫與濕度，而主要的乃在於空氣的潔淨問題。高溫日數雖亦偶然有之，但相對濕度每在百分之六十以下而在百分之四十五以上。在倫敦附近寇烏地方自一九〇〇年至三三年間氣溫超過華氏八十五度時數僅於十九年中有一次，在此期間總時數為二二二小時，計其日數六十一天。一九三〇年八月二十九日最高氣溫為華氏八九·一度，濕球溫度為華氏七五·七度，相對濕度為百分之五十二。其次在一九〇〇年七月二十日，氣溫為華氏八九·四度，濕球溫度七五·五度，相對濕度為百分之五十一。此二日中空氣中水氣最大含量為每立方公尺一七·一與一六·九克而為倫敦最高溫濕度所能遭逢的情況。一九一一年八月九日倫敦最高氣溫曾達華氏九三·九度，而濕球最高僅及七一·四度，相對濕度祇及百分之三十。麥耿漢 (S. F. Markham) 曾創說年平均氣溫華氏六十六度線將可能為未來文化造就極大發揚的地域。姑存其說，以觀後效。

(四)光線調節 (Lighting) 人為光線 (Artificial Lighting) 的使用已進入於高度進展時期，在工業發達大都市中，日光 (Daylight Lighting) 的使用，幾屬於失去其主要地位。費茅立斯 (R. Fitzmaurice)

指出各種職業所需人爲光線的要求業經分類研究，以求適應職業技術上的需要。雖在建築研究上仍須以日光因子量角規 (Daylight Factor Protractor) 估計各式窗牖日光的效能。室內日光照明端視各種窗牖大小、形式及日光入射線 (或稱可視地平) (Skyline or visible horizon) 與距離窗戶的遠近而有差異。在起居室中窗戶面積僅須外界照明度百分之一已足，而工作需要充實光線的則須在百分之二以上。窗戶宜高，窗戶高則照明面積增加，倘無障礙物遮蔽，在桌高 (二呎九吋) 以上，有五英寸高度，及六英尺寬度，可有有效工作面積八十九平方英尺。倘窗框高度爲二英尺半則有效工作面積將減至四十四平方英尺。若有障礙物的遮蔽亦以低窗較高窗所受影響爲多。日光由低入射角 (二十五度以下) 射入的光波亦較高入射角進入光波易於產生倦怠現象。無疑的照明在晴明時較受雲霧障礙時爲強大。在城市發生濃霧與受密雲隱蔽時，照明情況即轉入惡劣環境。一日間的日照時間常因受高日光入射線 (Skyline) 障礙而減少。如在東及東南方向則清晨日射被阻，如在西及西南方向則傍晚日射被阻。電源光線在目前固屬廉宜，但日光則終日供應，不計代價。僅在曙色中或於夜間，或在濃霧密雲環境之下，人爲光線乃感需要。建築家必須設計周詳，使人們在居處與工作場所均得人爲光線的利便。一般經驗上論，人們在日光於十二尺燭光 (Foot-candles) 時即須應用人爲光線，但往往至一百尺燭光以後，始恢復改用日光，其原因或由於光波顏色的不同，人眼已習用於一種光波，即有一種慣性，使其持續採用。近日日光管 (Fluorescent Tubes) 既節省電力，光波復與日光相近，人爲光線自將有更發展的傾向。

電力供應的增減，須視氣溫的變化及風速、相對濕度與日照等因素的影響。此外如降雨與日光強度

亦有連鎖關係。陰暗潮濕天氣比較晴爽之日每予人以寒意，雖在此二天中氣溫相等。電力光源的荷負每視日光在六十尺燭光以下的強度時間而定。電力的荷負自冬季至夏季常有規則的變動。即在一日之間每因寒潮驟至，或強風、雨、霧、與雲量增減而有顯明的波動。鮑威爾 (E. B. Powell) 稱：『氣溫自華氏八十度降至六十度時，電力荷負增進較緩，而氣溫自六十度以下急降時，電源荷負即有顯著增加。在氣溫於華氏二十七度時，因室內增暖，電力荷負比較在五十七度時增加達三倍有半。至於因照明而增加電力荷負比較增加氣溫所需電量為小。當日光照明度維持在六十尺燭光以上時，電力荷負常甚穩定。在六十至二十尺燭光時，電力荷負乃顯示增加。由二十至零點五尺燭光時適約與以一百尺燭光對於實際日光照明度差數的對數成比例。電力荷負在零點五尺燭光時約為二十尺燭光時的四倍以上。於室外日光在零點五尺燭光時則在室內光線已進入黑夜時分。』

於英國倫敦因空氣污染，昏暗霧日時，日光照明度可降至十四尺燭光以下，因此整日須賴人為光線。在煙霧嚴重時日，近地面空氣上層有溫度逆增層次，使日光無法射入地面，人們工作必須仰賴人為光源。在夏季濃厚雷雨雲經過時，日光強度亦可能降達至四尺燭光之多，比較平日日落以後日光尚覺昏暗。許勒 (P. Schiller) 為估計電力的荷負，曾列一簡式如下：

$$L = a - b \log I - cT$$

按上式中 L 為電力荷負； I 為日光照明度以尺燭光為單位； T 為戶外溫度以華氏為單位；至於 a ， b ， c 均為常數，由統計分析的結果。許勒原著『現代電源供應體系電力荷負分析』(An analysis of

the load on a modern electric-supply system) | 文載於倫敦電機工程研究所彙刊 (J. Inst. Electr. Engin., 91, Pt. II, p. 433) 第九十一卷中。

(四) 衣著的功能 衣以禦寒，亦以防水，又止曬。此外衣服尚可儲帶什物，或作爲美觀裝飾。此則爲討論氣候的弦外之音。在室內工作每少苦寒酷暑，或括風淋雨之苦，但亦有工作必須在室外工作，或在高溫環境下須保持體溫，與在乾燥環境下防止發汗皆須有輕鬆特製的服裝，最近太空人升入高空，氣候環境特殊，因有太空服裝設計。李氏與賴蒙士 (D. H. K. Lee and H. Lemons) 曾暢論全球人類適應氣候服裝的變化 (Clothing for global man-Geogr. Rev. N. Y., 39, p. 181)。

衣服的厚度與絕緣能率對於人體與外界氣溫的阻隔每形成比例。層層的衣著即增進層層間氣溫絕緣的能力。風可以影響及於衣服保溫的絕緣力，因空氣滲透衣服間，擾亂其間的絕緣空氣層，且因風產生壓力使絕緣空氣層轉而消失，體溫保護能力降低，於是人體感覺峭寒凌冽。因此避風的服裝多屬輕鬆而寬厚，蓋所增其絕緣能率之故。一層半英尺厚與一英尺平方面積的水量約重二點六英磅。以此水對於衣料滲透率 (Permeability) 假定等於風速每時三十英里。並釐定衣服保溫 (Thermal Resistance) 單位爲「克樂」(Clo)，即在靜居時於空氣流通 (空氣流動率每分鐘二十英尺) 室內而氣溫在華氏七十度，相對濕度小於百分之五十時所穿衣著維持舒適程度，稱爲「克樂」。亦即等於滲透衣服的溫度差攝氏 0.18 度，每時每平方公尺克卡 (gm. cal/hr./m.²)，或在溫度差華氏 0.88 度每時每平方英尺每英國熱量單位 (B. T. U.)。在靜寂空氣中，各種織物的絕緣率 (Insulating Power) 約等於 1.7

五『克樂』。除留孔織物 (Porous Material) 可達風速每時六英里。在戶外工作者於風速達每時二十英里已覺困難，若在每時六十英里風速時，戶外工作即無法進行。

防雨製衣材料普通約有二種：一為橡膠布 (Mackintoshes) 與另一種為油布 (Oilskins)。橡膠布可以禦持續暴雨，但油布僅可以禦暴雨而不能以禦久雨，其優點則可通汗氣。雨衣織物材料防水能力的優劣，乃於測量在壓力下織物抵抗水滴滲透能力的大小，防水良善的物質，水滴射擊於織物表面超過九十度角時，使水滴均碎散於外表而保持織物內層的乾燥。防水材料更須能歷經潮濕，在重新乾燥後，仍能維持其性能。但一般防水織物材料於經過五次潮濕與乾燥後，其織物防水抵抗力即減去其半。

太陽輻射性質可分為三部份：即化學線 (Actinic Rays) 光線 (Light Rays) 與熱線 (Heat Rays)。所有太陽射線均含有化學性質，僅以紫外光波 (Ultra-violet) 為尤甚。此種光波化學性質可以促使皮膚毛細管充血發紅而生紅疹 (Erythema) 與日炙病 (Sunburn)。在皮膚發紅疹炎腫以後，繼之產日焦病 (Sun-tan)，使皮膚轉為暗色以防止皮膚繼續發生炎腫現象。日射化學性質每使人在日曬過久之後，產生中暑或日射病 (Sunstroke or heat stroke) 結膜炎 (Conjunctivitis) 與神經病 (Nervous Diseases)。尤以在溫帶或寒帶居民一朝遷居熱帶地區更易於感受日射病症。在熱帶地區的外面衣著宜選擇白色、灰色或黃色，使能將大部太陽輻射反射，而在內衣則宜用黑色或黃色，以阻止紫外光波，但在事實上亦未能盡然。日射中化學性的危害最大在乾燥熱帶國家如埃及。倘在濕熱地區則因水氣在空氣中將能阻止大部份的紫外光波，使皮膚不致發生焦黑，或生疾病現象。在熱帶地區由於強烈

的光波而發生各種畏光眼病，例如熱帶晝盲 (Tropical Photophobia)、頭痛、(Headaches) 神經痛 (Neuralgia)、視結膜 (Glare Conjunctivitis) 與夜盲 (Night Blindness) 等症。因為保護眼睛視力，在熱帶地區多採用墨晶眼鏡及防止化學性光波射入的兩旁眼鏡，亦以阻止道旁白色建築物的反射光波，若欲避免此類反射光波，則牆壁顏色宜採用綠色或棕色。至於日射中紅外線或熱線為中暑病症的主因。日射熱線被人體吸收，尤以頭蓋 (Scalp) 部份，使人體的體能發生失調，因而致暈眩病倒。在熱帶地區工作人員每戴濶邊軟木涼帽 (Pith Helmets or Topes) 著卡基 (Khaki) 服，而衣料下層織入紅色、黃色或黑色紗線，即所以防護日射化學射線的射入及使有流通空氣避免頭部受到酷熱，一種特製的軟木涼帽內置鉛箔於下，比較一般黑色同樣的涼帽，其下氣溫竟可較涼爽至華氏二十度之多，似非一般想像所可及。

第七章 變更天氣性能研究的傾向

室內氣候的控制與調節方法，歷史記載甚早。漢書孔光傳載：『或問光，溫室省中，皆樹何木』。可見築室以增溫，培植奇花異卉，由來久矣。又按三輔黃圖：『溫室殿，武帝建，冬處之溫暖』。漢武帝時蓋在西曆公元前一四〇年，距今已二千一百餘年。今日北方一般民間仍用暖炕，以禦冬寒。劉仲尹詩：『竈下旋添溫炕火，牀頭剩買讀書油』。近年世界各地盛行室內空氣溫濕調節方法，使到處室內氣候四季如春，不復有酷暑嚴寒之苦。但室外氣候仍無法控制，因大範圍的氣候環境，人力仍無法與大自然抗衡。氣象學者因推求循自然之理，以促使天氣性能自動的轉變。譬諸大規模的造林 (Forestation) 與伐林 (Deforestation) 均能間接的影響於天氣的改變。更進一步的研究直接改變天氣性能的理论與方法，以適應新時代人類生活的需要。近年來人類對於變更天氣性能的研究要不乎下列各要點：

- (一) 雲種撒播與霧的消散；
- (二) 雹災的遏阻；
- (三) 閃電的衛護；
- (四) 霜害的防止與豫告；
- (五) 防風牆 (Wind-breaks) 與颶風性能的改變。

(一) 雲種撒播與霧的消散 海上水氣蒸騰升空而化為雲霧，隨大氣環流漂送陸上，復經冷却凝結，而下注於江河，朝宗入海，此所謂水的循環 (Hydrological Cycle)。因此雲為雨之母，無雲即無雨。雲遊無處，雲形變幻萬端。高雲輕薄似羅紗，以冰雪為骨，難以行雨。低雲濃厚如翻浪，飽含雨露，始有降水。然後端視其環境如何，而後促使降雨，始有成效。潮濕的空氣經上升與冷却膨脹之後，凝結而成

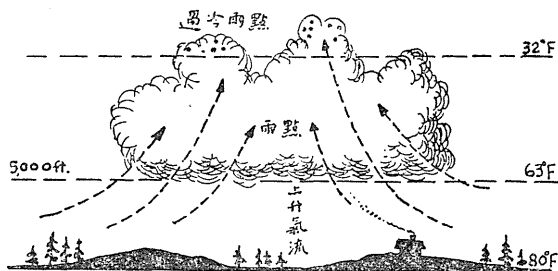
雨滴，浮游空際，即爲雲相。若在空氣中水汽未經凝結，人即無法以辨認有水氣的存在。當氣溫低達攝氏零度時雲中水滴並不立即冰結，除非有水雪雜存其間。在過冷狀態下的水滴可到達攝氏零下二十三四度（華氏零下十度）以下。但過冷下的液體狀態不能超過攝氏零下三十五度（華氏零下三十一度）。但過冷的水滴接觸冰結質點時則立即產生凍結現象。空氣在濕氣飽和狀態時，即既不發生凝結，亦不因蒸發減低，而在平衡狀態。在水點轉爲水滴或接觸水滴時即失去其平衡狀態。倘空氣在飽和平衡狀態而已到達冰點，水氣即凝結而爲冰針。冰針因繼續吸收水滴而成長，直至降落於雲外，如氣溫環境仍零度以下，即下降而爲雪或霰，如氣溫高於零度以上，即融解而降爲雨。此爲簡要降落雨雪的過程。

就上述成雲降雨之理，氣象學者乃創雲種撒播 (Cloud Seeding) 之說以接替自然冰針形成的過程。利用現代的航空器可以上升達於雲層任何高度。撒播細小極冷 (Very Cold) 或極濕 (Very Hygroscopic) 的雨種，使雲層中水氣得以促使提早凝聚降落。此種物質普通所採用以爲雨種的爲固體二氧化碳 (CO_2)，俗稱乾冰 (Dry Ice) 或碘化銀 (AgI)。撒播人爲雨種於雲層之上，使一部份空氣低達於攝氏零下三十五度因使雲中水滴直接冷卻凍結，而產生擾動不安定狀態，依據白奇龍 (T. Bergeron) 成雲之理，雲中一部份之水滴在適宜環境之下，可以凝降以至地面。但其關鍵在於雲層須有適當厚度在凝結層以下而富有充分水氣可以凝結而降下雨量。其次雲層必須擴展至凝結層以上，使產生冰針得以迅速融解。又在雲層以下須有適當上升氣流 (Updraft Current) 以維持雲層中冰針成長及濕氣供應俾能有雨量降落地面。以前列舉三種降雨條件在自然環境中所產生冰針，大抵在積雨雲或雷雨雲中，氣溫

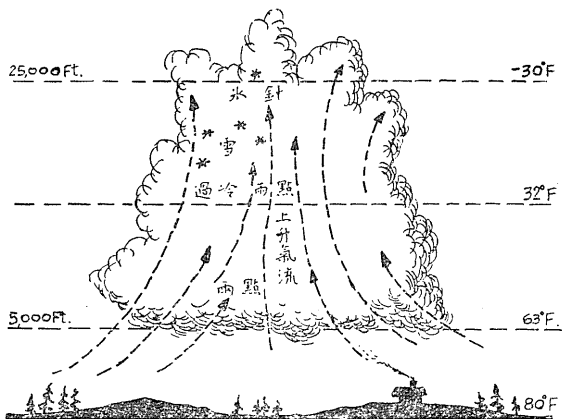
可能低達攝氏零下六點七度（華氏二十度）至攝氏零下九點四度（華氏十五度）。經過多次以乾冰或碘化銀雲種撒播實驗的結果，雖有若干次降雨的成效，但尚無法以證實，此確爲雲種撒播的成果。此項工作仍在實驗時期尚難論有經濟上的價值。以乾冰或碘化銀爲雲種的撒播對消散薄層的層雲有適反的效應。消散地方薄霧的方法（Fog Dispersal）每引用機場或沿海遊樂中心地區。消散霧的方法亦有多種，但由於耗費費用過多，非在特殊情況之下，始從事於實施人爲的消霧方法，至於推行於工商上的應用，似尚有待於時日。晚近（一九五九）倪耿德羅夫（Nikandrov, V. Ya.）曾對於人爲消散雲霧的理論與方法（Artificial Modification of Clouds and Fog）有詳盡的論述。

(二) 雹災的遏阻 雹的形成爲冰粒在雲層中連續下落於過冷的水滴層次，又再經上衝入於冰針區域，如此往復再三，冰粒乃包圍一層透明冰衣在前，又積聚一層結晶冰體於後，因含有部分空氣在內，色澤較暗。較大雹粒，倘加剖面，每顯示若干同心圓圈層次，宛如蔥頭。大的雹粒形成必須有旺盛上升氣流存在，始得支持其在空中而不下墜。因此降雹現象多見於雷雨雲或陸龍捲中。香港於民國五十六年四月二日在半山以上地區降雹，雹粒直徑約五分之一至二分之一英吋，爲自一九四〇年來所未經見。

遏阻雹粒形成的方法，每採用『雹砲』（Hail Cannon）轟擊方式。其理論顯屬以砲彈向上射入雲中，使過冷雲層中水滴因受震波激蕩而凝結，使雹粒無法增大其體積。按魯賓（Col. Ruby）（Die neuen Hagelbekämpfungsvorfahren-Strasbourg, Ann. Phys. Globe T. 1, Meteorologie, Annexe）所稱在南歐產酒地區常有過冷水滴雲層見於五千至一萬英尺高度間。而砲彈射達高度可達六千英尺，可能對於雹的孕育雲層產生若干效應，積雲的發展程序，可參照附圖三十四至三十七，但若在雷雨雲中過冷雲



附圖三十四 積雲發展的初期



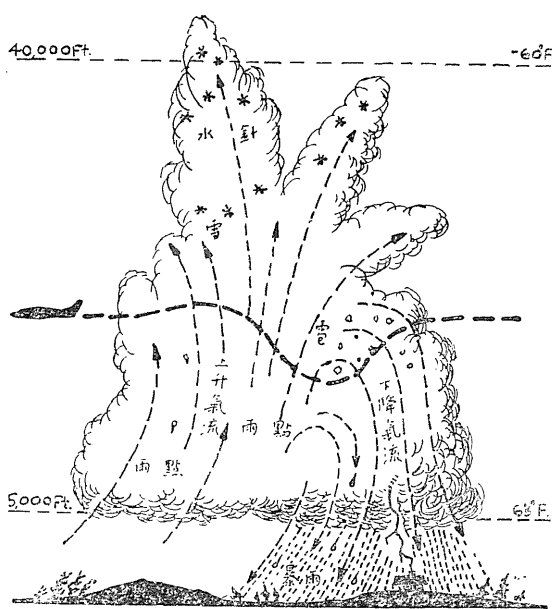
附圖三十五 積雲發展旺盛期

層次。一九三七年七月由航空器發火箭射入發生降雹的過冷雲層中，電災即經遏止。但此項效應仍有待於多次的驗證。另一種遏阻降雹的實驗，所謂『電瀑』(Electric Niagara) (Electric Niagara)。此種方法係在山頂豎立若干高竿，並經連接地線。其理論在於此類導體 (Conductors) 足以消滅地面與雲層間的電位差 (Difference of Potential)。歷經一年的研究，『電瀑』對於遏阻降雹的效應，似不能產生若干的結果。

層擴展至一萬英尺高度時，則此種震波將不發生任何影響。以砲彈遏止雹粒發生的實驗，始於十七世紀法國產酒區域蒲若蘭 (Beaujolais) 地方。延至十九世紀此種風氣已甚普遍。在盛行砲擊雹雲時，在一次風暴中可射擊一萬至二萬發。但此種習俗，早已消失，蓋彈藥之費既多，而實效難憑。其後以火箭替代砲彈，射入於三、四千英尺高度，其效應尙未見系統之記載。晚近有主張以航空器入雲層爆炸過冷水滴

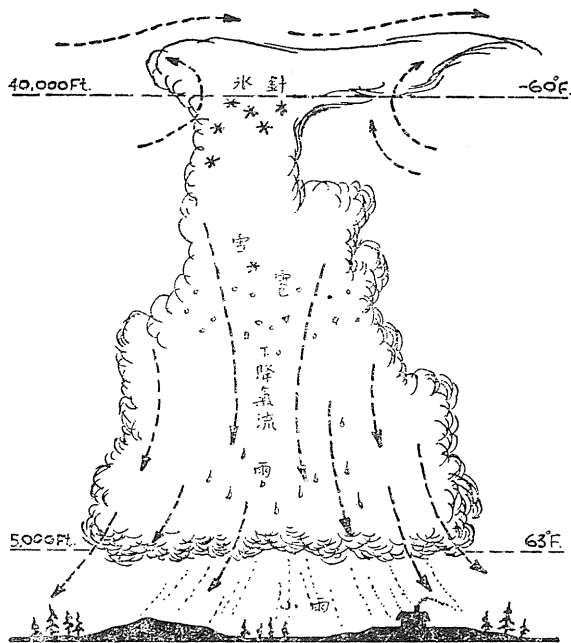
第三種爲空氣游離化 (Ionisation of the Air) 方法。由輻射性物質所產生的正游子從正荷電球體直接向上射入於產生電粒的上升氣流雲層中以遏阻電粒的發展。此種儀器亦經設想裝設，但亦尙未見其效應的報告。其主要困難的關鍵，乃由於自然現象規模的宏大，非以實驗室情形所能比擬，而其災害的損失與實驗消費的比例，在經濟上尤爲研究發展的障礙。

(三)閃擊災害的防護 閃擊主要的災害由於在放電路徑經過不良善導體，以致驟然增加強熱。此熱力膨脹足使磚石、三合土及同類物質發生崩裂現象。此熱可以引起燃燒，且其火苗能跳躍於兩個導體之間，更由於電流的湧浪 (Surge of Current) 每使電的儀器發生移位作用 (Dislocation)。對於建築物防護閃擊災害的原理，即在於布緒安全放電路徑，使能傳至地面。金屬物質爲最良善的導體，因是避雷針 (Lightning Rod) 均由於金屬製造。其最高點最低限須由二個導體 (Conductors) 分別直接傳達於地面。急轉的折屈應設法避免，以免閃電時易於發生捷路 (Short



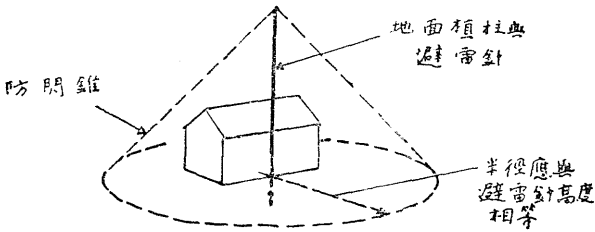
附圖三十六 積雲發展極盛時期

Circuit)。由於同一理由，建築上任何大塊金屬物質，其距離閃電導體在六英尺以內者應予設法連接地線，以防止受側閃 (Side-flashes) 的影響。在閃導體 (Lightning Conductor) 的最高點即為防閃錐 (Cone of Protection) 的頂點 (Apex)。此理想錐體以垂直豎軸立於地面如同蓬帳然，在此錐體以內，均受此閃電導體的蔭護。按美國標準局曾於一九五二年發佈『閃電防護規則』一書 (Code for Protection against Lightning)。此書詳載避雷針的質地、性能、型式種類及豎立高度等項的規定。顯示避雷針頂點高度與錐體底邊半徑有相互的關係 (參照附圖三十八)。其間的關係係端視雲底高度與避雷針高度而異。據戈爾德 (R. H. Golde) 云大抵建築受電擊之點在錐體二與一比之內。此防護閃擊錐形半徑與其高錐的比例常隨閃電的強度而增加。此防護比率 (Protective Ratio) 每隨導體的高度而減低。因須待導流閃擊 (Leader Stroke) 接近地面五十英尺時始能確定閃擊之點。在高塔頂端以下，在此層次

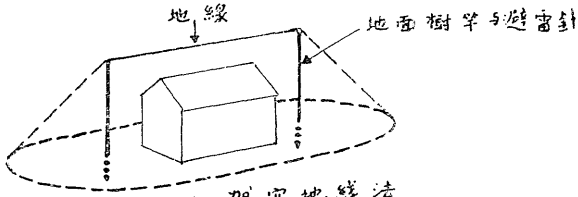


附圖三十七 積雲發展結束時期

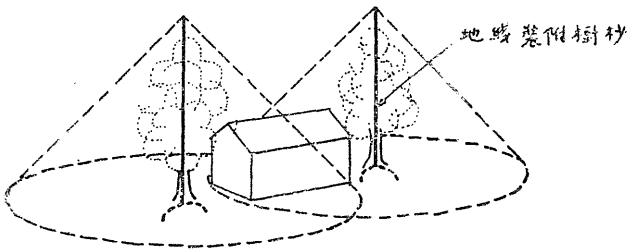
每轉側擊。戈爾德 (R. H. Golde) 稱高度與最低的接地水平線 (Earthed Horizontal Wire) 的防護比例為二比一，但或能以一點五比一。在導流閃擊 (Leader Stroke) 接近地面時係屬於極迅速的電流



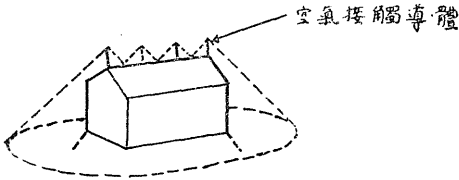
(甲) 單柱法



(乙) 架空地線法



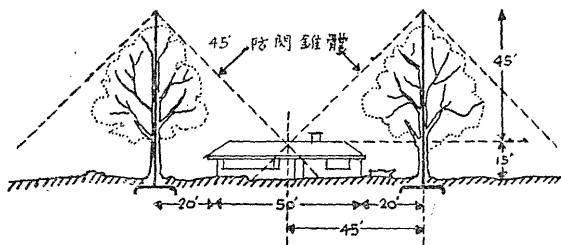
(丙) 樹杪附裝導體法



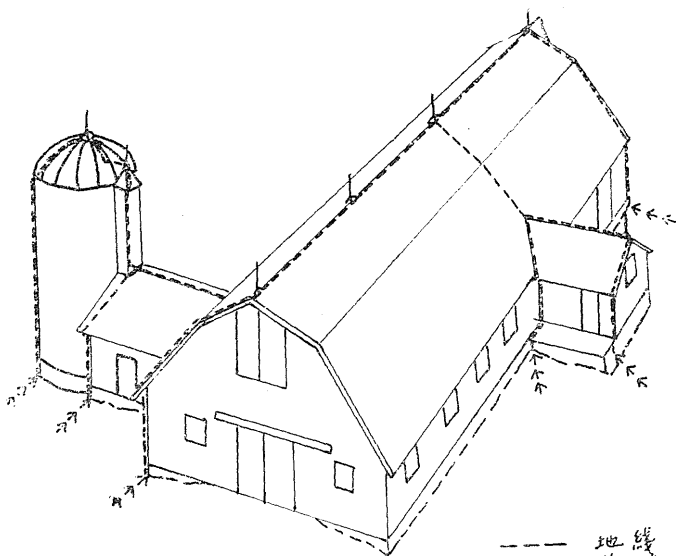
(丁) 導體裝設建築物上法

附圖三十八 避雷針各種裝置法

(Flow of Electricity) 經過地面而達其下接近的一點。此地電流 (Earth-current) 極強而足以形成損害。所以在地面的導體，最少須有兩點安置在建等物的兩端，始能達保護的目的。地下水管每為良善

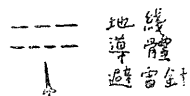


(戊) 雙錐防閃布線法
三十八圖之一



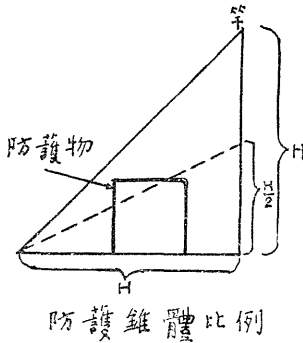
(己) 倉庫導線布線示範圖

三十八圖之二

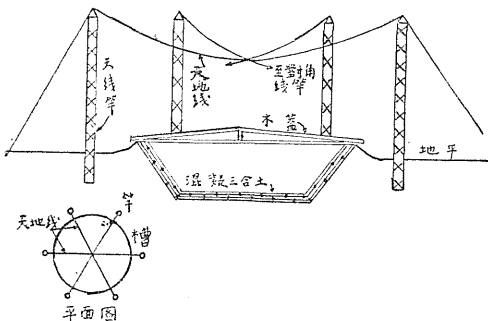
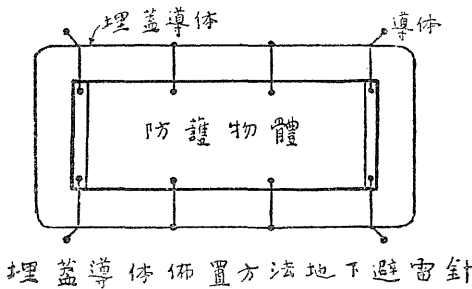


的金屬導體，因其足以將地電流安全的導引至遙遠距離。雖較弱的閃電有時尚能襲擊外部安裝電導體的建築物，但極少穿達其內部。至於內部的損害，大抵由於感應作用 (Induction) 所致，因其電氣裝置 (Electrical Installation) 過接近於導體，致使燈管燃燒或保險器熔解。其未經安置防護物的建築則電線對於電路通達地下的阻力極少，而最大的危險乃有天線導體 (Aerial Conductors) 引入室內。致直接導引電流入室而遭受直接的閃擊，或因感應作用而招致損害，頗多屬於此類。凡屬此接近建築物天

附圖三十九



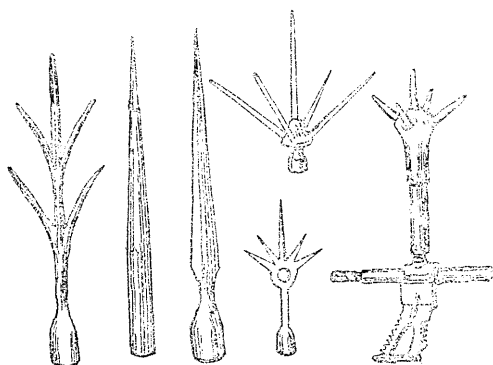
附圖四十



線，完善的設施乃改用較大電容量 (Capacity) 的地線 (Subterranean Cables)，以策安全。

避雷針所採用材料以能防止銹蝕為主，使其能經久耐用。通用質地有銅、合金、銅塗鋼 (Copper-

cladsteel)、鋅塗鋼 (Galvanized Steel)、與鋁 (Aluminum)



附圖四十二 避雷針頂端不同的型式

之類。避雷針頂端型式亦有多種。(參照附圖四十二)。至於所

採用銅線導體 (Copper-cable Conductors) 其重量應不低於每

公尺零點二七九公斤 (或每千英尺一八七點九磅)。其直徑大小

須在零點一一四公分 (或零點零四五英寸) 以上。一枝地面安裝

的導體天線竿，其防護範圍 (Zone of Protection) 每以錐形體

表示之。即自避雷針頂端至地面的高度與錐形底線的半徑形成比

例，防護建築物須在此錐形範圍以內。(參看附圖三十九) 倘

樹立多株避雷針或導體天線，則其防護範圍應大於個別天線防護

範圍的總和。地下埋蓋導體 (Buried Conductors) 與地下避

雷針 (Ground Rods or Driven Rods) 須相隔十英尺距離，地

下埋蓋導體的阻力 (Resistance) 低減將直接比例於埋蓋導體長度的增加。此項導體埋蓋地下深度常在

一尺至三尺而作平行佈置 (參看附圖四十)。地下安置的油槽，常須有防止易燃氣體與液體的洩漏與閃

電襲擊防護的裝備 (參看附圖四十一)，乃能達成災害防衛安全的理想。

(四) 霜害的防止 霜對於農作物及菓園爲害甚烈。霜的發生有二種情況：一由於寒冷氣流侵臨，氣溫低於攝氏零度以下，其地區範圍較爲廣大；另一種情況由於地方性影響，在晴朗之夜因輻射作用 (Radiation) 氣溫冷却所致。在中國大陸於秋季寒潮來時，地面風向多爲北風或西風。此類白霜 (Hoarfrost) 持續時間較長。至於輻射性霜，比較普遍。晴夜風靜，地面氣溫急劇散失，空氣中剩餘濕氣，凝結爲霜。在臺灣地面各處，鮮見凝霜，僅見於山地耕作地區。防止霜害處理的方法，美國氣象局楊格 (Floyd D. Young) 曾著作『霜與霜害防止方法』 (Frost and the Prevention of Frost Damage) 手冊一本。自一九二九年初版已來，已再版三次。其內容對於霜害防止方法論述頗詳。但其要訣不外乎四點：(一) 防止地面熱量的散失；(二) 擾動地面氣流，破壞近地面氣溫逆增層，使上下氣溫得以調節；(三) 轉變冷氣流動態；(四) 人爲增加氣溫或噴灑溫水。以高壓電流加溫可以保護柑橘類果實，不至遭受凍傷。經實驗以六個月大的檸檬樹苗在冰點以下溫度裡，暴露四十分鐘，毫無保護的樹苗都經凍死，但種在二百萬瓦特靜電場裡的樹苗，乃得安然無恙。

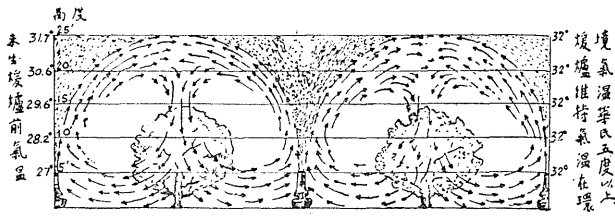
一、防止地面熱量因輻射作用散失 此爲地面凝霜主因的一種。因是保護地面作物受寒，可敷蓋一層浮草或搭蓋錐形草架，或採用玻璃鐘罩 (Glass Cloches)，此法可增加氣溫達華氏三至五度。如屬於較大規模則可搭蓋棚架。在霜因輻射冷却而將凝結時，倘有雲層掩蔽，霜即不能凝結。可據此項原理，可作人爲烟霧以替代雲層。在濃厚雲層籠罩處較無雲處常可增高氣溫華氏四至七度之多。此種燻烟方式在美國近已列入禁律，且因在山坡地形，山上冷空氣可自上滑下，使燻烟使其去其效用。水蒸氣吸收輻射

熱量而再發散，基於此點理想，因欲在空氣中增添水氣，譬如焚燒濕草，以維繫近地面熱量平衡。然而水蒸氣的效應並不完全或大部在於空氣層下層所含水氣量的變化，乃因隨在於一地區上空整個氣團所含水氣量的增減。由於有若干困難，此法或可能增加氣溫華氏一度以上。即在本節前面所論覆蓋浮草及燻烟方法，能增加氣溫甚高至華氏多度一節，實亦殊難信賴為其效應。此類方法僅能謂足以使近地面氣溫輻散率降低而已。

二、擾動地面氣流 在凝霜因輻射作用而發生時，每有近地面氣溫逆增(Temperature Inversion)現象存在。因近接地面層空氣氣溫最低而向上轉暖。往往在地面以上五十英尺(約一五·二四公尺)處氣溫常高於地面數度之多。倘能將此層氣溫產生上下交輸作用，地面氣溫即可隨之增加。此種方法可以適應於平地或淺坡丘陵地區，但不能適應於山谷，因在低窪地區近地面冷空氣層厚度較大。在靜止空氣中地面溫度較低於氣溫，但在擾動空氣中則此溫度差別減小。在英國若干地區菜園中曾以水平風扇作此種實驗，以遏止凝霜現象。

三、轉變冷氣動態 在一邱陵坡地布置障礙物體，其結果冷空氣聚積於上坡而使在斜坡地留一無霜地區(Frost-hollow)。1排高籬、圍牆或樹木在花園或建築的下坡，每易於增加凝霜的危機，設非將障礙物體切斷，而使下降的寒冷氣流瀉去。在同樣環境下，如障礙物體移至上坡，將可能減少凝霜的機運。此類情況在邱陵坡地受臺地(Terrace)或淺谷的影響非常明顯。因是，若向山坡斜植圍籬，足以使寒冷空氣向邊旁排去，但障礙物必須延伸至近地平位置，因冷空氣下沉著地，而可能滲過地上樹幹達十

英尺高度左右。圍籬如植在適當位置，雖不能使熱量減少程度降低，但能減少凝霜災害。因受圍籬或鐵路堤岸所蔭護而凝霜地帶僅見於冷空氣直接衝臨區域。在佈緒菓園、花園或倉房地區必須注意於坡地冷空氣侵襲路徑。在必要設計，此類障礙建築理想，莫善於日間加於閉塞而在夜間加以開啓。



附圖四十三 菓園增溫前後比較與菓樹間周流

四、人為增加氣溫方法 最有效保護菓園或花園免受霜害的方法莫過於增加空氣溫度。但求實際，多種形式如燃燒油類、煤、或泥炭均可任意採用。至於燃料的選擇僅在於衡量人力與物力消費在一地區的比較。油燈可以維持通宵，而煤爐則常須有人力的看顧。有效的增暖氣溫可達華氏七至十度。暖爐的安排屬於一項重要的布緒。因孤獨的熱源，其熱量透過氣溫逆增層後即散失於上空。增溫防霜的效應在促進地方性氣溫逆增層以下的周流，使地面熱量不致散失。菓園中增溫前後情況與菓樹間近地面周流，可參照如上附圖四十三。暖爐生熱上升的氣流至逆增層回轉而下替代地面冷空氣，形成局部周流使之增暖，楊格 (F. D. Young) 所舉菓園結實數量，增溫以後有顯著的成效。據濮虛 (R. Bush) 在其論著『霜與菓實栽培者』(Frost and the fruitgrower) 曾建議每英畝中安置五十枝暖爐 (Heating Pots) 為適宜，即每爐平均一百平方碼，暖爐數量在凝霜嚴重頻繁地區可酌量增設。開士類 (O. W. Kessler) 則主張以每爐平均六十平方碼為準則。每一暖爐可能供應熱量每小時一萬『千卡』(Kcal.) (約

合每時四萬英國熱單位 B.T.U.)，以每爐間隔六十平方碼空間可增加氣溫達華氏六至八度。暖爐位置的布緒毋須採用均勻空間布緒方式。於靜止空氣中在邊緣須比較中間密緻，若有微風環境中，則應在向風方面比較集密。當嚴霜凝結由於冷空氣流下坡地，則應作蹄形堰壩 (Barrage) 以作防護。乃以一排暖爐倒列如蹄形，圍切山坡，使在排列兩下端的暖爐，分外增溫，而暖空氣因得向坡上移，而加暖其上方的空氣。油爐 (Oil Burners) 在美國農場均普遍使用，因油料價廉，而能獲得收穫的價值較高故多樂用。至於灑水方式據稱亦尚屬有效。其理由因水溫每高於氣溫，若在水點冰結時將發散潛熱 (Latent heat) 可能阻遏氣溫降低至攝氏零度以下，而不致形成嚴重霜害。又潮濕土壤的傳導率 (Conductivity) 增加所以表層土壤發散更多熱量以增暖其上鄰接的空氣。據開士類 (O.W. Kessler) 云：若在每小時每平方公尺釋放五公升 (Litres) 的水分 (約等於每平方碼五點五夸爾 (Quarts) (每夸爾等於一點零一一公升))，但土壤似已嫌於過濕。據經在德國實驗的結果，氣溫可能維持於華氏三十一度，然仍難謂其有實效。霜的豫告 人爲防止凝霜的方法，既已言之於前，然對於經濟的價值必須加以評估，以節省不必要的消費。因此霜的豫告甚有助於農村經濟上的價值。在結霜前的數小時，可由氣象局發佈凝霜警報，俾使農人得採擇必要防霜的措施。輻射性霜常有局部地形影響因子存在。故須由地方測候機構注意行之。最簡捷的方法豫告凝霜可能，就依據氣溫變化，倘在夜間氣溫低降達華氏三十五度 (攝氏一點七度)，翌晨卽有結霜可能。在晴爽之夜，冷卻率純視空氣中濕度而定。因空氣中潛熱發散後，露或霜卽見凝結。一般夜間最低氣溫不過低降華氏四度。在有雲之夜，於日落後氣溫倘不在華氏三十八度以下，則凝霜機

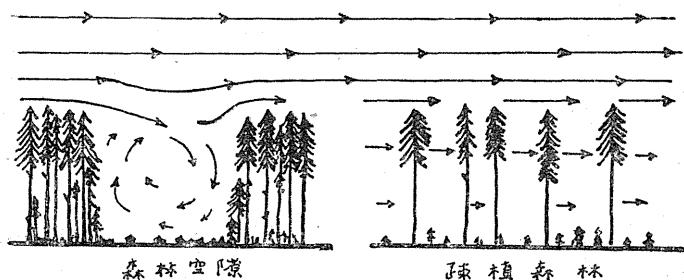
會殊少可能。在土壤潮濕時比較土壤乾燥時結霜機會為少。在風速增加時則將地面沉積的冷空氣層吹散而不易於流入山谷中。風向亦屬於一種結霜的決定性因素，倘風向吹向上坡，則地面結霜的機會減少。此外尚有一個因素為夜間時光長短問題，倘在日落時氣溫相等，則在冬季因夜長而最低氣溫為較低，而在春季夜短，因之最低氣溫為較高。在歐洲於夜間每一點半鐘約降低氣溫華氏一度。茲據比國氣象局杜福 (L. Dufour) 所論夜間凝霜問題 (Notes sur le probleme de la gelée nocturne) 中所舉夜間長短與氣溫降低率及相對濕度的關係如下：

附表二十三 夜間長短與氣溫低降及相對濕度關係

在 日 落	時相對濕度 (百分比)	100	80	60	40
可能 低	夜間 十六小時	二二	二三	二五	二九
降氣溫 (華氏)	夜間 十小時	一八	一九	二一	二四

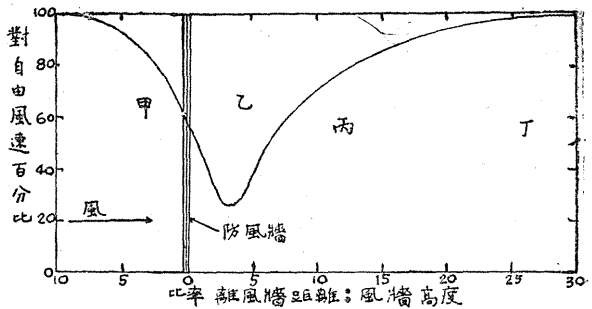
就上表所列，顯示夜間長短與氣溫低降率成正比而與相對濕度變化形成反比。至於表內數字或嫌略高，此或由於地形因子影響，可能略有所差異。

五、防風牆 (Wind breaks) 與颶風性能的改變 以林為牆，遏阻風勢，使平地減小風害，由來久矣。植樹為林，不僅可添觀光風致，且能培養木材，發展國家經濟。此種防風牆 (或稱防風林) 的研究，近年更積極推行。一般風進入於叢林一百英尺處僅能維持其原有風速的百分之六十至八十，倘進入於二



附圖四十四 在森林空隙與疎植森林間氣流動態

百英尺處風速將降低至百分之五十，倘進至四百英尺處，則僅維持其原風速之百分之七而已。在瑞士若干地區栽植防風林以遏阻強風吹下山谷地帶。栢第 (A.A. Parry) 對栽植防風林的方法，曾有所論列。 (Wind-breaks and shelter belts) (Salisbury, Rhodesia Agric. J., 43, p 131) 理想的防風林屬於一組混合樹林約在五至十碼寬度，最少應列三排每排以十碼寬而栽植適當密度。針樅 (Spruce 松柏科屬) 在歐洲各地於已往均普遍採用，在樹木幼年時，枝葉頗屬茂密，但至樹木成年後，在葉蓋以下，僅見樹幹。使空氣在近地面層次易於流過。至於落葉樹 (Deciduous trees) 則每臨冬季枝葉凋零，更易於滲透。因此防風林宜採用兩種樹的混合林，且須注意於森林中空氣滲透空間，使其上下達於勻致程度。其高度亦不宜參差過甚，以免空氣中產生渦流 (參看附圖四十四)，防風林的栽植自宜採取與地方盛行風風向成直角。在防風牆前後的風速變化，可以顯著的劃分為四區。就左上圖 (附圖四十五) 中橫標表示風去防風牆前後距離，以風牆高度的倍數 (Multiples) 表示之。豎標以風速與自由大氣中不受防風牆影響所成的百分比表示之。在甲區風吹向防風牆，風速約在去防風牆高度六倍的距離，開始減低。當風吹過防風牆後，在乙區風速急速



附圖四十五 風速吹向與吹離防風牆的關係

英里。一般而論，風勢愈強，其防護效應愈著。在亂流旺盛的環境中，則此減少因數轉小。此或由於前後防風牆效應的不同，蓋在其後面的防風牆比較前面的防風牆效應減小所致。因此對於防風牆的設計必須計算在防風牆高度二十五倍的距離。所以栽植五十英尺高度的防風林，其防護範圍應在四分之一英里

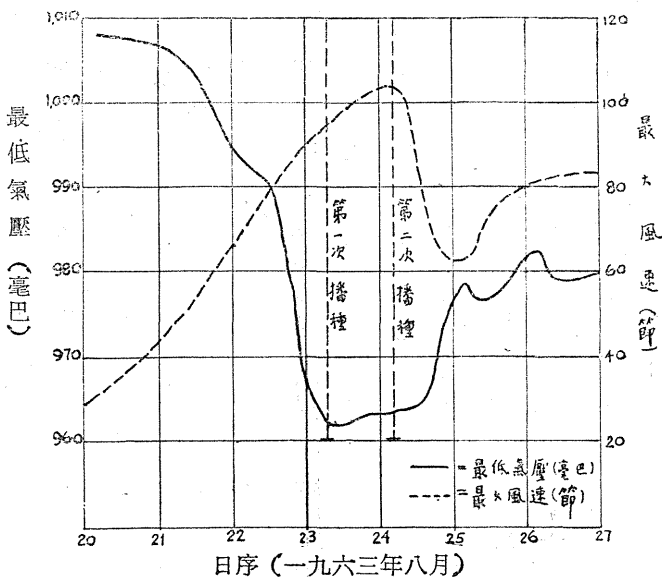
降低至對自由大氣中風速的百分比在十五至四十，且能使空氣中蒸發量達百分之六十五左右。最低風速所見去防風牆的平均距離，約在防風牆高度的三倍或四倍距離。防風牆所植樹木愈密，則此最低值所見的位置愈近防風牆。若此風速愈小，則此後風速回增愈速。在丙區內風速為回升過程中，此區概擴展至六至十二倍風牆高度去防風牆距離，其平均風速約在百分之七十五至八十對自由風速的比例。在此區中風速常甚擾亂，在防風林密植與風速急升環境中。由於空氣中亂流 (Turbulence) 每使穀物主幹受風倒伏，此為防風林過密的缺點。最後在丁區風速仍漸恢復至自由大氣中原有狀態，其距離防風牆遠近約在防風牆高度的二十四至三十倍距離。以上引述比率近似常數，對於防風牆的高度與風速的強弱，均不受其約束。例如一帶防風林五十英尺高度其防護面積將五倍於防風籬牆十英尺範圍。而在每時二十英里風速之處，將減低為十英里，至於每時十英里風速之處將減低為五

以內。據戎恩 (Raphael Zon) 稱：防風牆的有效防護範圍在迎風方向可達防風牆高度的二十倍，譬如防風牆為五十英尺則有效水平距離為一千英尺。但在紀錄最高有效度曾達五十倍至六十倍之多。即以防風牆五十英尺，有效水平距離竟可達二千五百至三千英尺距離。

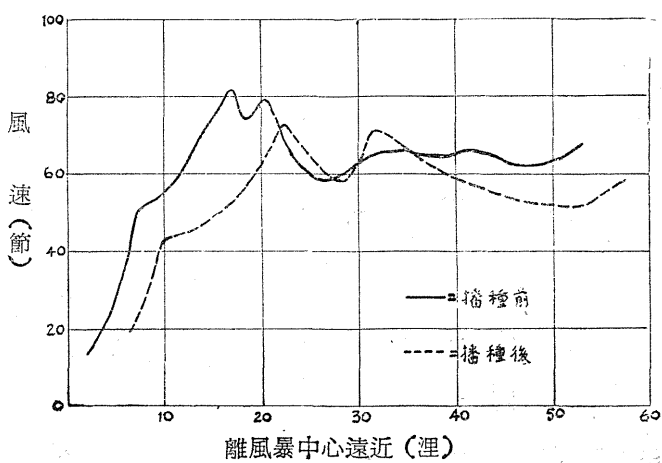
大氣圈中自然的能量或動量均甚鉅大，譬如欲在大氣中形成一個氣旋，其所需的力量 (Mechanical energy) 幾屬於不可思議。柯賴士 (R. Corless) 計算一九三〇年一月十二日大風暴的動能 (見英國皇家氣象學會季刊第五十六卷第三八四頁)。在強耐爾 (Channel Islands) 羣島附近一平方英里垂直剖面 (即經過一線以一英里長度一英里高度) 約需每秒一億瓩。假定此風暴動能以所需電量推算，每單位以半辨士 (half penny) 估計，則每小時需耗費七億五千萬英磅。一大塊氣團的熱能或一個雷雨中的電能，均屬非常巨大，而非人力所能克服。因此人們祇有在改變天氣性能上着手，以節省研究所需的消費，而無所損害，順自然演化之理，以企求達成控制氣候的鵠的。至於運用原子能量以作改變天氣研究上的助力，尚須有待於原子能供應所需費用降低至現用消費百倍以下，且得控制輻射塵的散佈，始有引用的可能。在此條件下，或能援用原子能量破壞北極冰冠以減少在大西洋地區的風暴頻率 (Storminess)。或消弭南極冰冠以轉變南極洲為二十世紀後的新大陸。凡此征服氣候的理論均尚屬對於人類的利害參半，而為在人類文化進展上極複雜的問題。

自一九三三年白奇龍 (T. Bergeron-W. Findeisen) 創導雲層結構與降雨理論的新說，始知降雨的原因，乃由於雲層中膠性不穩定 (Colloidal Instability) 所導致的結果。繼之於一九四六年謝佛

(Vincent J. Schaefer) 在通用電機公司研究實驗室發明可利用乾冰以轉變雲層中過冷水滴為冰雪。其後馮乃谷 (Bernard Vonnegut) 復以碘化銀結晶體替代乾冰，以減輕人為兩種撒播的負荷。二十餘年



附圖四十六 颶風布拉 (Beulah) 發展過程及其經過播種後變化



附圖四十七 颶風布拉 (Beulah) 播種前後風速變化

來對於颶風性能改變的實驗與研究，迄未終止。因颶風的災害爲人類的自然大敵。一九六三年颶風佛洛拉 (Flora) 造成五億美元的損失，死亡人數達七千人。足見此項研究價值與重要。據辛博生 (R. H. Simpson) 對於颶風性能改變實驗的報告 (原文載美國科學家 (Scientific American) 雜誌 111 卷第六號) 稱歷經多次改變颶風性能的實驗，已有相當的結果可尋，而非圖託空想。颶風能力巨大，一個中型颶風，在一天中可以由凝結作用釋放能量達爆炸四百個 (110 百萬噸 20-mega-ton) 氫原子彈，其中約居其百分之三 (即約等於十二個氫彈) 能量轉變而爲風力。所謂改變颶風性能的實驗，即以航空器飛入颶風中心而以碘化銀爲雨種撒播入對流最旺盛的雲塊中，促使產生膠性不穩定狀態，而改變其性能。依據於一九六三年八月二十日至二十七日颶風布拉 (Bertha) 發展的過程中，經過二十三日與二十四日前後兩次雨種撒播的結果 (參照前附圖四十六與四十七)。在經過第二次播種以後，最高風速降低達三十節以上，而在颶風中心的氣壓上升約十五毫巴 (一毫巴約等於每平方公分一千達因) (Dyres) 颶風中心溫度每比較其環境氣溫高出攝氏三至十六度。在撒播碘化銀以後，氣壓雖有顯明的降低，但氣溫轉見增加攝氏二度，顯示詭異的變化。中心周圍濃厚雲壁曾見一度消散，但未幾即重復凝聚於十英里以外之處。其氣壓坡度在距中心十至四十英里處約平均降低百分之十六。而平均風速的降低約在百分之十四。最高風速中心距風暴中心常外移四至十英里左右。颶風性能改變的實驗確已具有初步的成就，可使颶風中心風速減低，但因而可能導致颶風動態的轉變，亦不能無危險性存在。且在大西洋中每次實驗平均費用須耗費二十萬美金以上，人員薪金及紀錄整理與其他費用均未計入，顯然尙未能進入於實用的階段。

第八章 氣候的經濟學

經濟學是一種科學研究，關於財富物類的生產、分佈、與消費及其有關於勞力與財務的問題。就此定義而推論，經濟學研究的一部份實乃以氣候為骨幹。「考工記總敘」：「橘踰淮而北為枳」顯見菓物繁生因氣候影響，每有地域限制。作物年歲的豐歉，更罔論矣。貨物的散集，影響及於物價的漲落。因溫度的變化可以考驗米價的漲落。青菓的運輸，工業成品的優劣，甚至人力資源的效率，與國家歲入歲出平衡等問題，亦均在在與氣候變遷有密切的連繫。然而世界各地，氣候的變化不齊。物類繁多。供求相需，調節煩忙。若能乘勢得時，因地制宜。則經濟發展繁盛，更屬易致。孟子梁惠王篇：「不違農時，穀不可勝食也；斧刀以時入山林，材木不可勝用也」。所見亦僅其一端而已。後漢韋彪置官選職疏：「政化之本，必順陰陽」。所謂陰陽即四時氣候之變化也。在此論及世界氣候的分佈，吾人約略列其型類的大別，舉一反三，且作氣候經濟學的楔子。

世界氣候分類的大別 世界氣候的大別，使其易於辨識，地理學家每以植物分佈為氣候分類的基點。因此其地域區分每劃分為熱帶氣候、季風氣候（多冷而乾，夏熱而濕）、地中海氣候（夏熱而乾，冬涼而濕）、沙漠氣候、溫帶氣候與寒帶氣候等等。今以人類的活動為立點，則氣候區域的分類，自宜略有調整，以資與本篇旨趣相配合。茲略分世界氣候區域為九類：

(1) 極地 (Polar regions) 與苔原 (Tundra) 氣候區 在此區域中僅散居有若干游牧或捕漁民族

，其主要經濟屬於皮毛爲向極區農業最北邊界。

(11) 高山氣候區 (Mountain regions) 高山區一般高度皆在六千英尺 (約二千公尺) 以上。此區在一般冬季與假期遊樂場所與礦區之外，居民鮮少，而攀登困難。在熱帶地區的高原，情況尤爲特殊而轉爲養息康樂之所。

(12) 沙漠氣候區 (Deserts) 沙漠區年雨量平均在十英吋以下。此區除經灌溉的地區如埃及尼羅河 (Nile) 流域外，其他地區亦人烟稀少，一片荒漠。

在以下列舉三個氣候區域，雖人口繁殖，但常受氣候自然災害。

(13) 日射氣候區 (Insolation climates) 在此氣候區域最顯著的現象即爲旺盛的日射。在蔭處氣溫最少於二年中有一次高達華氏一百十度 (攝氏四三·三度)，而在最高氣溫時可達華氏一二〇度 (攝氏四八·九度)。物體曝露於日光下，通常可達華氏一五〇度，而最高溫度紀錄曾達華氏二〇〇度。此類區域在夏季乾燥而多塵埃，但尚有充沛雨量可供農耕。固無論其由於灌溉，或憑藉冬季雨量。日間最高氣溫每使若干物體軟化，如膠捲、甜食、電器絕緣體之類。夜間則由於氣溫較差甚大，氣溫竟可達零度以下，因此使粉末物品均可凝結硬化。且在此區域強風怒吼，塵沙飛揚，處處污染。日間氣溫最高時間防禦中暑無法工作。但土壤經灌溉之後，穀物豐登，仍具經濟發展的重要性，埃及地區即爲顯明例證。

(14) 腐蝕氣候區 (Deterioration climates) 此類區域重濕而高溫，雖其氣溫增高不趨向極端，

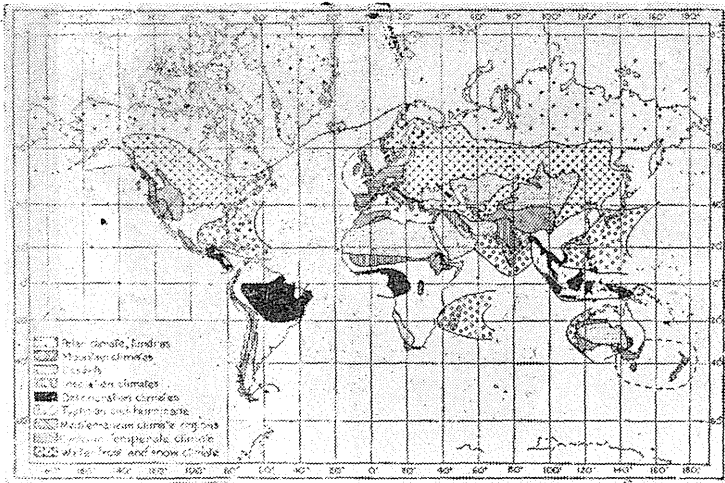
然而其高溫較爲穩定。金屬常見銹蝕，皮革、紡織、紙張物品容易霉腐，土著居民缺乏創造能力，卽外來移民經久定居，亦難能維持其工作效率，必須間歇易地而居，更變其氣候環境，以鼓舞其生治。熱帶疾病流行，常應注意豫防。植物繁茂。此區概括巴西與剛果的赤道森林 (Equatorial forests) 而專擅農作物類的供應。

(六) 颶風 (Typhoon) 與龍捲風 (Tornado) 氣候區 此類地區概括西印度羣島 (W. Indies)、美國東南部、一部份印度沿海岸與中國沿海岸及副熱帶島嶼如菲律賓均爲易受颶風或龍捲風侵臨的區域。此類風暴其風力可達每時一百二十英里。颶風所挾帶而來的災害主要的爲風災或雨災，且有時風雨災害並臨。一地所受颶風災害雖非年年有之，但颶風災害的威脅，繼續存在。在此地區的建築設計必須考慮到耐風的因子，以防禦強勁風力的摧毀。

(七) 地中海氣候區 (Mediterranean Climates) 此氣候區域舒適宜人。冬季氣候尤屬合於理想。但在夏季太熱，不適於工作。地中海島嶼林立，海岸線冗長。美國南加州氣候環境類似。其地產酒、橄欖及深根穀物。

(八) 溫帶風暴氣候區 (Cyclonic-temperate climates) 此氣候區域的特徵在於氣候多變易。風暴發生頻仍，各季在風暴經過時使溫度、風、雲、雨、雪、陰、晴變化，時在更替。全年雨量充沛，而無嚴寒酷暑之苦。氣候含有鼓舞人生工作情緒的因素，使世界更趨於進步發展。此主要地域概括美國東部西部、加拿大、西北歐洲、日本、智利一部份、澳洲東南部、與紐西蘭。此區亦爲世界經濟發展的重心。

(九) 冬季凍雪氣候 (Winter Frost and snow climates) 此區概括北美洲中部與歐洲風暴氣候



附圖四十八 氣候之類型

區同緯度的內陸部份。氣候顯著象徵在於冬季較長，地面連月積雪。在山嶽地區積雪每為交通上的障礙。但在平地區域深厚積雪，則較為罕見。由於冬季在此區雨雪經見，因此住宅或其他任何建築設計，均須加強其屋面並增進其屋脊坡度。厚牆重窗。以禦嚴寒，且須裝設中央暖爐，增暖一室，夏季亦熱，有適當雨量。

以上所述各氣候區域在世界各地分佈，可參照附圖四十八。大體而言，均有溫和適宜而乾燥的冬季與較為多雨的夏季。

各種氣候的工作效率氣候在工業發展上的影響，大致有二點：其一，氣候足以提高或降低工人工作的效率；其次則能影響及於工業實際生產的質和量。主要氣候因子影響及於工作效率的要不外乎氣溫、濕度與風三項。人體準常的溫度為華氏九十八度（攝氏三十六點七度）。在環境空氣中一部份熱量散失即由體內食物燃燒

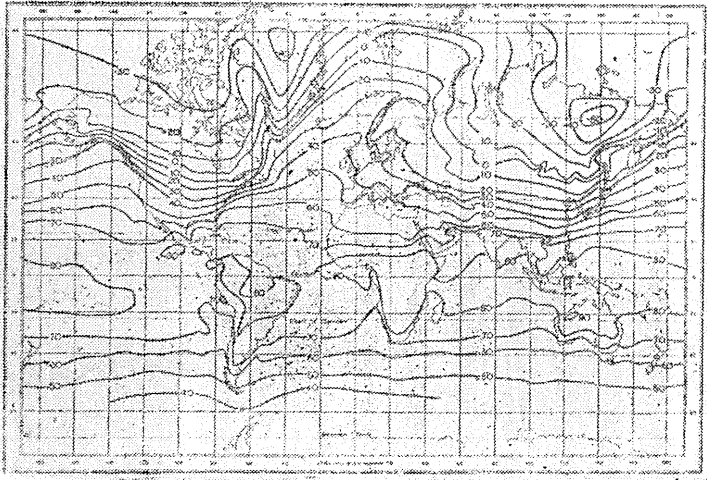
(Combustion) 以維繫體溫。體內食物燃燒所供應的熱源爲人類智能或體能活動的力量。運用智力所消耗的體能比較運用勞力所消耗的體能較小。當人體產生熱量時，必須經常維持其體溫，體內所生熱量超過於人體發散熱量，則體溫增加，而導致暈眩，萎約，或倦怠。倘若過分疲勞，即能發生痙攣 (Cramps) 或中暑 (heat-stroke)。人體熱量的散失由於傳導 (Conduction) 或輻散 (Radiation)。另一種方法即爲蒸發 (Evaporation)。傳導作用須視環境空氣溫度的高下，風速的大小與人體衣著的多寡。輻射作用則憑環境物質條件而不同。譬如在一室之內，則牆壁、天花板與地板等項而異。在室內輕著辦公人員在潤濕空氣環境而無竄風時，其適宜氣溫在華氏六十至六十五度。即在此溫度環境人體所產生熱量與其因傳導與輻射作用所散失的熱量，適得其平衡。倘在此時如促進空氣流通，雖在室內外氣溫相等，往往有峭寒之感，其主要原因，即在於傳導率的增加。當氣溫超過於華氏九十八度時，則傳導作用的效應適得其反，而將增加體溫熱量。此效應將視風速強度而增加。強風發生於高溫時，將增加人體熱量，在沙漠中發生風暴時，往往皆然。其結果使體溫增加，而致人入於昏迷或至死亡。相似情形，若曝露於日光下，因輻射作用過強而超過於發散熱量，則必須減低氣溫，或促進空氣流通。否則即發生中暑。受暑昏迷 (Heat-stroke) 現象在熱帶中所常見。如在高溫地區如旁遮普 (Punjab)、信地 (Sind)、印度西北諸省及伊拉克 (Iraq)、與乾而熱的非洲與澳洲部份及濕而熱的波斯灣、非洲西海岸、緬甸及馬來亞等處。在溫帶氣候變易，夏季奇熱異常時，每亦有中暑情形發生，例如在美國北部，甚至加拿大與歐洲。中暑現象每隨各人體質而反應不同，有若干人每較易於中暑。至於因蒸發作用而散失的熱量則須視空

氣中濕氣的含量而定。每值寒冷天氣，雖人體尚有涼感，但在呼吸中可見到蒸發作用而有水汽凝結現象。因在肺部呼出的空氣溫度較高而濕度飽和但在體外空氣較冷而乾，因之蒸發作用隨之而生。在高溫而日照旺盛時，人體因勞動而產生更多熱量，而不能由於傳導輻射或由於肺部蒸發以達其體溫平衡時，於是人體瀉汗 (Sweat mechanism) 功能產生。在環境空氣中濕度未達飽和時，人體汗濕可以產生蒸發的效率，此蒸發率的高下同樣的須視衣著的多寡，空氣流通的情況與飽和差 (Saturation deficit) 的大小而定。換言之，蒸發作用的發生應視空氣中水汽的含量的多寡與膚面濕度的情況而隨之變化。因此在空氣乾燥時蒸發作用活潑，準常體溫得以維持。但在空氣溫度高而濕度大時。蒸發作用即見滯泥，而冷卻作用亦隨之消失，在此情況之下，持續勞動工作即不適宜。在空氣環境中風速甚小時，氣溫與濕度的關係在適宜工作環境的最高極限 (Upperlimit)，如見下表。

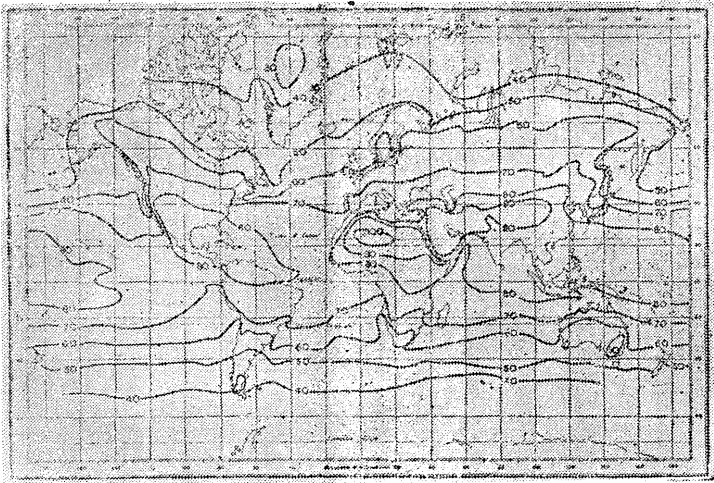
附表二十四 氣溫與濕度舒適標準的最高極限

氣溫 (華氏)	六八	七〇	七五	八〇	八五	九〇	九五
濕度 (百分比)	八〇	七七	六九	五八	四六	三五	二五

在前列舒適標準極限以上，在高濕時則感覺『溽熱』(Stuffy)，而於低濕時則覺感『躁熱』(Irritating Hot)。勞動體力工作雖穿單薄衣著於濕球溫度在華氏八十五度 (攝氏二九·四度) 以上時仍感困難，濕球溫度倘達華氏九十度 (攝氏三三·二度) 已不能工作。運用智能工作於無風時可達濕球溫度華氏八八度 (攝氏三一·一度)，在和風時 (風速每秒六至八公尺) 可達華氏九十三度 (攝氏三三·九度)

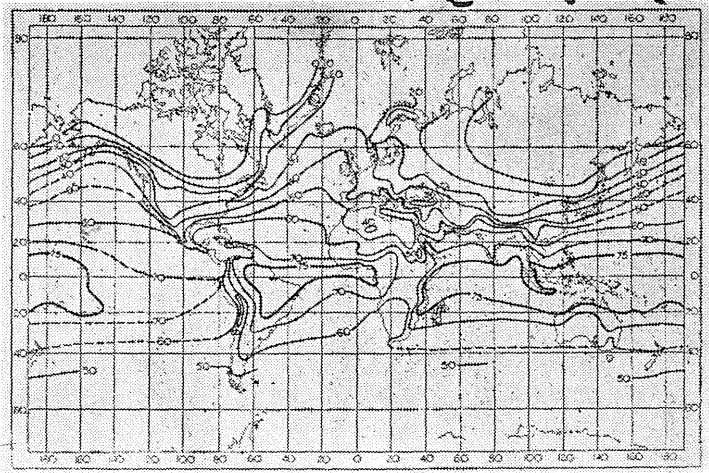


附圖四十九 一月平均氣溫分佈

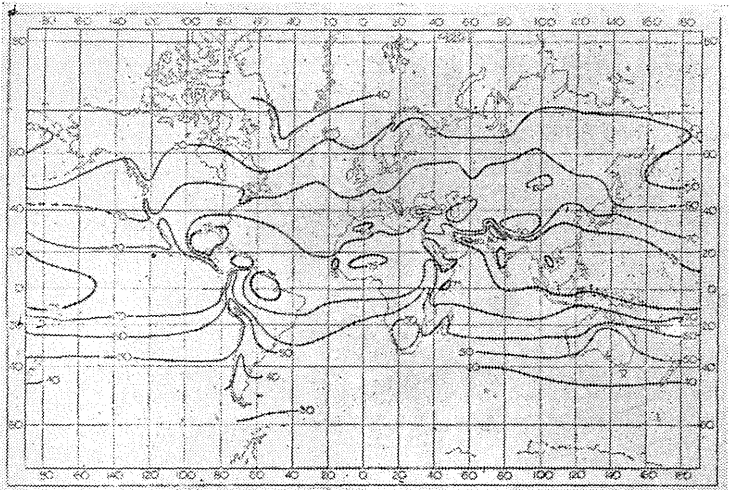


附圖五十 七月平均氣溫分佈

。但舒適標準採取濕球溫度華氏七十八度（攝氏二五·六度）。一般而論，舒適標準對於衣著半裸的人



附圖五十一 一月平均濕球溫度分佈



附圖五十二 七月平均濕球溫度分佈

們可能尚有華氏一、二度的參差。世界各地海平面氣溫的分佈可參照附圖四十九至五十一。

地面一般垂直氣溫遞減率約每千英尺差華氏三度，此差數不適用於濕球溫度變化。但氣溫至華氏三十二度以下時，乾球與濕球的差數無幾。在乾絕熱直減率 (Dry Adiabatic Lapse Rate) 為每公里攝氏九點八度或每千英尺華氏五點四度。濕球溫度周日變化比較乾球溫度變化為小，在炎熱地區尤甚。在中緯度與低緯度地區，其周日變化約在華氏六度左右，而在日間最熱時間濕球溫度差約為華氏三度。在炎熱地帶高山區因氣溫上升遞減的影響使比較在同緯度低地區域為舒適而宜人。就下列附表可以顯示其氣

附表二十五 濕球溫度隨高度的變化

地名	高度 (英尺)	蔭蔽處氣溫 (華氏)		平均濕球溫度 (華氏)	
		一月	七月	一月	七月
印度					
拉荷爾 Lahore	七〇二	五五	九〇	四九	八〇
西姆拉 Simla	七、二八三	四〇	六五	三五	六二
錫蘭 Ceylon					
可倫坡 Colombo	二四	七九	八一	七九	七七
第雅塔拉瓦 Diatalawa	四、一〇一	六五	七〇	六二	六三
奴瓦拉伊里雅 Nuwalayelia	六、一七〇	五七	六〇	五四	五八
馬來亞					

武吉梅爾太強	六五	八〇	八一	七四	七六
喀麥隆高地 Camerouns	五・一一〇	六四	六五	六一	六二
古諾太恩	五、四六〇	六〇	六四	五八	六〇
爪哇					
雅加達	二六	七八	七九	七五	七四
多沙里	五、六七七	六二	五九	五九	五六
瑞士					
蘇黎世 Zürich	一、六一七	三二	六四	三〇	五九
達弗斯 Davos	五、一一八	一九	五四	一八	五一
聖地斯	八、二〇〇	一七	四二	一五	四〇

候環境變化。

最高濕球溫度分佈以在紅海與獅子山 (Sierra Leone) 區，該處最高濕球溫度紀錄高達華氏九十度以上。在英國濕球最高溫度華氏七十度每二年僅有一次，而在過去三十四年間極端最高濕球溫度僅有華氏七十六度。

在氣溫甚高時，空氣每甚乾燥。等如副熱帶氣候夏季，蒸發量甚大。人體舒暢流汗以求降低體溫，必須補充以等量的飲料，以得其平衡。在汗水中含有少量的鹽分，因此所補充飲料亦宜有微帶鹽質的流質。倘僅以淡水補充，每易於發生痙攣。人體中胃的吸收液體容量每小時不過於一夸爾 (Quarts) (1

夸爾等於一·一三六公升)，因而人體膚面蒸發量實無法常時補償此定量的水分，藉由瀉汗作用以維持體溫的平衡，在工廠中一部份高溫與重濕實由於工人自身所供應的熱能與水汽所致。流通空氣為調劑方法的一種，但不宜捲起塵埃以產生其他不良的後果。空氣冷却率隨風速的平方根增加，而空氣中微塵量的增加則以風速的平方為比例。因此空氣流通速率以不超過每分鐘五百英尺為適宜空氣調節標準。空氣冷却率可能為勞力資源的限標，此所以在熱帶地區勞力生產額遠較涼爽區域為低。另一種原因可能由於熱帶氣候的單調，雖在熱帶高原地區有合於舒適理想的氣候環境，然因每日天氣單純而無變化，使工作效率漸趨下落，積久更發生厭倦與困怠。人體功能又漸喪失其抵抗能力，易於產生感冒，使人們體能發揮效率的氣候乃屬於繼續多變化的氣候。譬如晴好天氣間雜以風暴過程，使氣溫與濕度變化，時有起伏。一般而言，對於用力或用智的各種活動最佳氣候而可發揮高度工作效率的地區以在西歐、美國東北部、加拿大鄰近地區、加州沿海岸、澳洲東南部、塔斯馬尼亞與紐西蘭。地區氣候倘若各趨極端，風暴頻仍 (Storminess)，亦趨於單調，而缺少醒爽人羣精神的天氣。持久的陰沉天氣，使人鬱悒，宛似經久燠熱。在中緯度溫帶區自北緯三十至六十度間，除亞洲內陸地區以外，氣候亦稱良善。在北極區則因嚴寒凜冽，氣候亦趨極端，人類的能力，均耗竭於禦寒，工作情緒亦趨於衰落。季風氣候的國家如印度、中國有顯著的季節變化，冬季乾燥寒冷，使人激發勤奮，而夏令時雨溫潤，使人舒暢而有希望。雖或有時靈雨霏霏或早魃作虐，以致飢饉發生，經濟衰落，亦偶有之。自然的災變與氣候在工作效率上的影響，若抱『人定勝天』之想與實踐科學弭災方法，自能使損害減小。各種方法，順自然之則，類皆有相當

成效。建築與都市設計，空氣調節裝置，防風林木的栽植，風暴性能的轉變，凡此種種皆足以使氣候環境改換，而增加人羣工作效能，匪可虛傳。

特殊工業與氣候適應 (Climatic suitability) 各種工業生產程序往往有特殊氣象因素環境的需求，尤以溫度與濕度兩種因子爲最重要。試以綿紗工業爲例舉，需要濕潤空氣而有勻致溫度，使紗線能適合的黏附。最適宜的紡績氣象環境條件爲氣溫華氏七〇至七十五度而相對濕度在百分之六十五，而在紡績時所需的相對濕度則在百分之七十五。英國蘭開夏 (Lancashire) 紡績工業的發展實由於該處溫度與濕度的相宜。至於羊毛紡織所需的濕度較低，約在百分之六十至七十五左右。因此約克夏 (Yorkshire) 的羊毛工業建設在英國的乾燥地區。人造絲紡織工業則宜在濕度較高地區。地理位置對於工商業自亦有其相互的關係，例如利物浦 (Liverpool) 卽爲對於紡織工業與棉花出口的英國吞吐貿易適宜的港埠。製造烟葉工業則所需氣溫在華氏九十度左右，而在空氣潮濕的環境。相反的糖菓工業 (Confectionery) 所需氣候環境爲比較涼爽而乾燥在室內氣溫華氏六十度而相對濕度在百分之五十左右。由於食品工業必須注意於空氣潔淨問題，因而環境空氣的污染亦須加以防止。大體而言，室外氣候環境直接影響及於工人的工作效率而比較更重要於室內工作環境，因在室內工作程序尙易於布置空氣調節設施及其他設計上的準備。但在設計上亦尙有細節的困難，譬如紡織工業爲成品良善的質地需求須有較高濕度，但在工人工作環境上的要求則須有較低濕度的環境，必須設法加以調整，而作流通空氣適當調度濕度的措施。如是紡織工人工作的效率可以增加達一倍之多。

自然能力資源的供應 在大自然環境中，能力的供應均間接或直接的取給於氣象的因素。人的體力，端賴有食物的營養，而一切植物的果實或莖葉，皆須有日光與水的營養以維繫植物的生長，而經營其光化作用。其他礦物的能力資源，如煤、石油、或鈾亦皆由於古氣候歷史上的變遷，使一部份自然的能力資源蘊藏於地下，而由今日人類開發以運用於工業發展。凡是皆屬於間接的自然能力資源。但尚有無窮的直接自然能力資源，可以取之無盡而用之不竭。簡單的說就是：水能的資源；風能的資源與光能的資源。

自然水力的利用甚早蓋始於西曆紀元第十一世紀已有水力礮廠設置。當時亦僅屬於因地制宜，因勢利導而得運用水力。殆及晚近，世界各地均爭相利用水力發電，以博取自然供應最廉宜能力的資源。審察一河川能力資源的價值，應先體驗其水量供應的多寡及其水道所携水量的可靠性 (Reliability) 與河谷傾度及有無瀑布的存在。河川供應的水量端視其上游集水面積 (Catchment Area) 的大小，全年降水量的多寡 (Amount of rainfall) 與流入河谷水量的比例。一平方英里降落一英寸雨量約等於11、333、000立方英尺的水量。(一公厘雨量降落在一平方公里面積約等於一百萬磅的水量。按一磅為容量單位約等於一立方公分或六一·〇二五立方英寸)。在此水量中由蒸發、滲透及葉蒸各項消失約居其十分之一。山地雨量每比較平地為多，因此在山區常為水力發電良善的地區。降水量的可靠性惟賴全年降水的均勻，集水區域面積的寬廣，年雨量的變率 (Variability) 較小，河川流域內地而蓄水沼澤較少，而使河川水量的供應無缺。若在集水面積較小地區，而河川短促，地勢陡急，或在重山峻嶺之間

，多有水河形成的沼澤，於風暴溫帶地區如蘇格蘭、威爾斯、挪威、阿爾卑斯及北部北美洲等處，皆須人類建築河壩與蓄水庫以後，始乃能排水以供發電與灌溉之需。沙漠地區固不足以言水利，乃論地中海氣候區域亦感覺夏令冗長而乾燥，河川水源枯竭，將待至冬令雨量充實，使得發揚其生氣。類皆屬於不適合水力發電的地區，至於寒冷氣候地域亦由於冬季嚴寒，河川冰結，亦不適用於利用水力。僅在季風氣候區較佳，因乾季適逢冬令，蒸發作用甚小，若水庫蓄水充實，尙能免於枯竭。

崎嶇的地形每足以爲一水頭，控制水源以發動渦輪 (Turbine)，其最理想的位置則爲河川上游有大而穩定的水源，而於下游有大形瀑布與湖澤，以平衡奔瀉而下的水流。美國與加拿大邊境相鄰接處的尼加拉瀑布 (Niagara Falls) 實爲世界最大規模所適宜發展水力資源的地區。此外如南非三比西 (Zambesi) 的維多利亞瀑布，又如尼羅河下游的維多利亞湖與亞伯特 (Lake Albert) 與中國貴州省黃果樹瀑布均爲水力資源開發有利的地區，但或由於甚遠於工業發展中心，其電力須歷經長程的輸送距離，以致其在運用上價值，略見遜色。現在尼羅河上阿斯旺 (Aswan) 大水壩已在建築中至於在北美洲西部地區多有較小規模的山谷，水庫的建設亦得爲局部地區水力資源的供應，以適應於地方工業的發展。

風能資源亦得如水力一般，可以屛水；可以鋸木；可以磨麵；可以發電；可以揚帆；及其他用度例如通風或排除毒性氣體等等。世界各地風能變率過大，倘不設法將風力發電的資源加以儲存，即無法在工業上或商業上予以有效的利用。風力的產生約以風速的立方成比例。譬如以風速每時三十英里爲例即

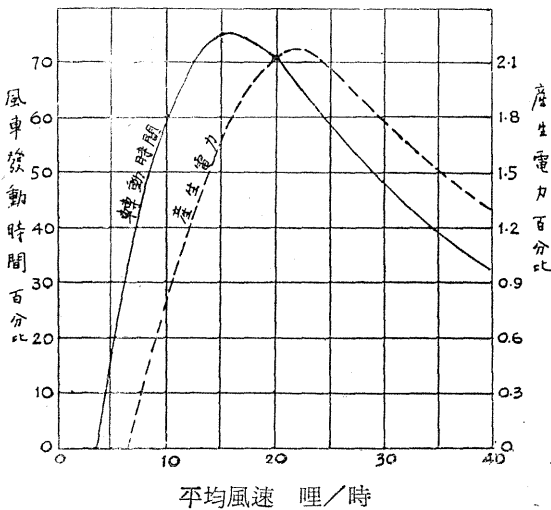
二十七倍於每時十英里時所產生的風力。風力在每時八英里以下即不能發生經濟上的價值。但風力每小時三十英里以上時，風壓舉帆即可發生危險。因此海上船隻對於風力的利用，均以不超出此限，以保障航行上的安全。所以風力適於利用的範圍以在每時八至三十英里之間。地面平均風速每隨距離地面的高度而增進。其增加率 (rate of increase) 視地面的情況而異。在水面或平坦草地上增加率較小而在地面建築林立或地形崎嶇之處風速增加率較大。風速在夜間與寒冷天氣時較大而在酷熱晴明的下午較小。一般風速測量標準以離地面十公尺 (約三十三英尺) 高度為準繩，以資觀測資料得以相互比較。茲將近地面風速隨高度的增加比率列表如左，藉以明瞭風速與高度間的關係。

附表二十六 風速變化與高度的關係

高度 (英尺)	5	10	15	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
增加率 (以三十三英尺為準)	0.73	0.71	0.70	0.71	0.72	1.00	1.01	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19

風力發電量往往視各種不同型式的風車而有差異。據法國實驗的結果為在每平方公尺受風面所產生電力以砑計，等於 $0.37(V/10)^3$ ，倘 V 以每時英里計，則前式應予修正為 $0.31(V/10)^3$ 砑在每一百平方英尺受風面計算。風力約與風速的立方成比例，而發電機的效率 (Effectiveness) 大約與其風標離地面高度的平方根成比例。此效率以直線增加，因風的陣性隨高度增加而降低。理想的位置以取盛行風信平均最高風速分佈的脊端 (Crest)。在平地自由空氣 (Free air) 中，以風速超過於風脊一百與一百

英尺間其加速因素 (Acceleration factor) 為大，高度更增則風脊 (Wind ridge or crest) 坡度更大。向風山坡坡度如為以一比十的比例，則風速在山顛增加約為百分之十五；倘為以一比七的比例，則風速增加率將達百分之二十三；倘為以一比四的比例，則風速增加率將達百分之三十五。由此可見異常陡峻山坡的地位皆不適宜，因風於經過時，幾乎形為直角而陣性 (Gustiness) 極強。在平均最高的風速，



附圖五十三 在不同平均風速風車發動時間與產生電力百分比比較曲線

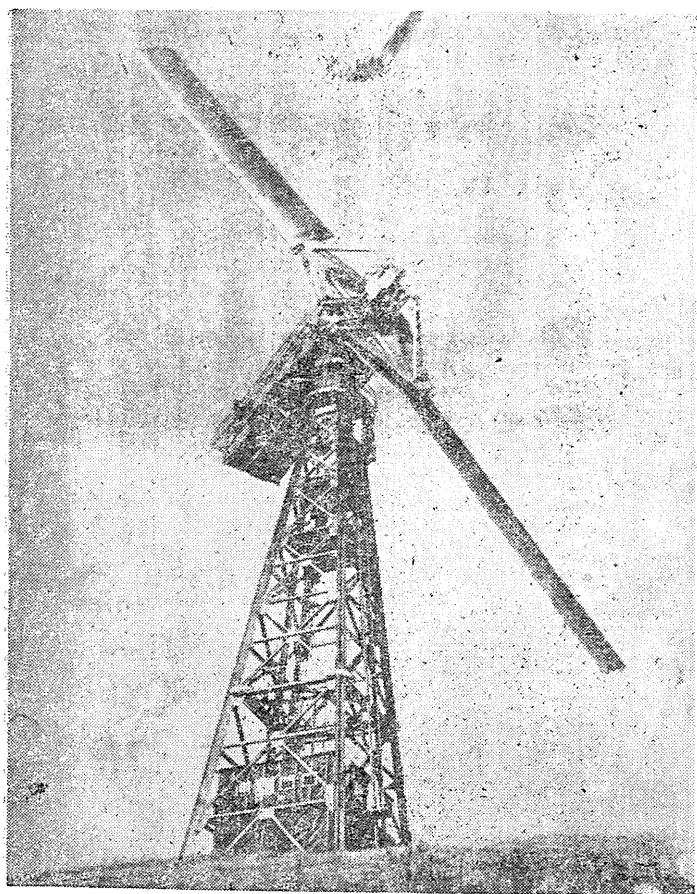
就等實論，並非必要有利。因於大風時的風速變率大，每在高風速時，風車 (Windmill) 須加以關閉，而在有效限度 (Effective limit) 以下時風車亦不發生效用。據在英國實地觀測的結果，以在風速每時八至三十英里間風速平均較為穩定，尤其在平均風速在每時十四至十八英里之間。參照附圖五十三。由左上圖中虛線風車所產生電力最高在平均風速每時二十英里，而產生電力百分比以風車足時轉動平均在風速每時三十英里時為百分之一百計算。就短時間電力最高產量可能在平均風速每時十八英里。於英國內地平均風速較小於西部沿海因此風車高度適宜於略加提高。若在信風 (Trade wind) 帶島嶼地區則此平均風

速曲線坡度可能較陡而平均風速在每時十五至二十英里之間，則風車在風速每時八至三十英里間轉動將無優閑時間。倘平均風速低於每時十二英里時，則風車轉動在風速最低限 (Lower Limit) 與風速間尤較可信賴。據英國調查若干地區風速在每時八至三十英里時所佔全年總時數的百分比，併列風標高度三十

附表二十七 平均風速在每時八至三十英里時佔全年及冬夏總時數的百分比

地名	緯度(北)		經度		高度 (呎)	平均風速 (每時哩數)	風高標度			
	度	分	度	分			冬	夏	冬	夏
提里 (西蘇格蘭)	五	三	六	五	七五	一五九	六	七	六	六
亞伯茲印區	五	三	四	二	六五	八三	四	四	五	五
克藍威爾	五	三	一	七	二四	一〇三	六	二	四	五
費立士多	五	三	〇	七	六〇	一一二	六	五	六	六
柯羅伊敦	五	三	〇	九	三三	一一〇	六	五	六	六
喀爾夏	五	〇	一	八	五八	二二九	七	六	七	七
博斯康唐	五	一	一	四	四二	一〇〇	六	四	六	六
曼徹斯特 (巴東)	五	一	二	三	一五三	九一	六	四	六	六
奧爾特叢林 (北愛爾蘭)	五	六	六	三	三六	一〇〇	六	四	六	六
哈本頓	五	一	〇	二	—	九〇	六	二	五	六
潘比能	四	四	二	五	—	一四六	—	—	—	—
布勒斯特	四	八	四	〇	—	一五八	—	—	—	—

三英尺與估計在一百英尺於冬夏季節比例的比較表如上：



附圖五十四 美國浮芒省風力發電塔發電量1,250瓩

就上表審察結果，在英國各處於標準風標高度所測得風速在每時八至三十英里（約蒲福風級三至六級級）範圍佔全年觀測時數百分比大抵均在百分之六十以上，而冬季所佔的百分比似較夏季為高，至於在一百英尺高度風速頻率觀察的結果，一般均比較三十三英尺高度風速頻率為高，但在頻率季節分配情況，適與近地面相反，視以夏季比較冬季為高。

德人杭耐美於二次世界大戰中曾建議設立風力發電塔，並稱在全年八、七六六小時中有四千小時可資利用。美國在浮芒省 (Grandpa's Knob near Rutland, Vermont) 曾建立一、二五〇瓩風力發電塔一座風翼長一、七五〇英尺，距地面高度一百八十五英尺，發電量可供二千戶應用。(參照附圖五十四) 臺灣電力公司於民國五十四年七月在澎湖白沙鄉安裝容量五十瓩風力發電臺一座，風車翼片三枝，翼長十二公尺，創國人風力資源運用的新紀錄。聯合國世界氣象組織於一九五四年曾向世界各地作風力調查，並出版技術專利第四號風能調查報告 (Energy From the Wind) 一書。據調查報告大氣圈風能總量約為 3×10^{17} 瓩而可能運用於風力渦輪發電機的能量約為 2×10^{10} 瓩之數。風力資源的發展與利用，須先調查風的氣候區域 (Climatic Wind Regime) 及其特殊性質。其次應分析年平均風速的分佈並勘察地形與地區情況。而後選擇風力發電的站址，建立風力發電臺廠，以達成利用自然資源的目的。

太陽光能的資源亦屬於大自然間無盡蘊藏的寶庫，而有待於人類啓發。地球表面大氣所受太陽的光能僅屬於其二千兆分之一 (One two-billionth) 地球表面一英里半平方哩所受太陽光熱足以抵過轟炸廣島原子彈的威力。晚近人類對於外太空的貢獻如地球衛星的運行及將來實現星際交通的理想，皆將有賴於太陽光的能力。在地球表面於副熱帶與熱帶地區例如在埃及全年每日平均日照達十小時以上，太陽光能的利用應屬於經濟發展最有利的資源。至於太陽光能電廠建設的可能，霍泰爾 (H. C. Hottel) 曾於一九四一年華盛頓 (Washington) 斯密松社年刊單行本 (Ann. Rep. Smiths. Inst. p. 151) 論太陽光能變流器 (Artificial Converters of Solar Energy)。一九四八年屠隆貝 (E. Trombe) 亦曾論曰

光能的利用 (Utilization of Solar Energy) ("Research", London, 1. p. 300)。世界各國近年正努力於日光能的利用與研究。估計美國地面所受太陽的熱能大於其全國所需的能量在二千倍以上。在蒙台納洛克漢斯專科學校嘗試驗以鉛製十英尺直徑拋物線形集光鏡於十秒鐘內竟能達溫度攝氏三千度。一九五二年法國於庇里牛斯山 (Pyrenees) 上安置世界最大的太陽爐直徑四十英尺。太陽爐的熱能可以運用發動小的引擎，可以作為電爐、電灶，亦可能產生蒸氣。蘇俄於一九四六年在塔什干 (Tashkent) 成立光熱研究所。印度亦利用光熱作抽水、烹飪、及蒸汽發動機等用度。美國估計在一九七五年全國所需熱能百分之十，可能由太陽熱所供應。在佛羅立達 (Florida) 大學工學院設計在屋面鋪設玻璃，而於其下安置鐵板收受陽光，並盛水一千二百加侖，使熱水周流全屋四室。此類由光熱轉變為電能的研究尚在發展之中。自一九五七年以來美國亞利桑納州費尼克斯 (Phoenix, Arizona) 地方日光能應用研究協會發行季刊『日光能科學與工程雜誌』 (Journal of Solar Energy Science and Engineering) 一報以報導日光能研究進步的近況。

供應水量的分析 無論在都市或農村，對於水資源的供應量必須有一番估計與分析，以維持都市繁榮與農業生產。各地水資源的供應，往往由於氣候變遷，使水源供應量降低而直接影響及於都市人民生活。在遠東各大都市中香港尤為水量供應貧乏的地區。在中東沙地阿拉伯 (Saudi Arabia) 及科威特 (Kuwait) 一帶雖因油產豐多而人民生活富裕，但在自然水源的供應，則感奇缺，一般水量供應的泉源，大抵要不外乎降水量、井、泉、河川、池沼與水庫。但所有水量泉源均以自然降水為正宗。在英國

平均於五十年內每有三年的乾旱。因此一地供應的水量必須有端詳的分析。

(一) 降水量在世界各地至今仍然有多處依舊仰賴於降水量儲存以維持人類的生命。即在歐美若干地區，天然雨水仍不失為爲輔助的食用飲料。集儲雨水的方法，大抵由房屋屋面接受雨量經由簷槽 (Gutters) 與水管通連以至蓄水池 (Cisterns)。但因蓄水池受容量的限則，有更多量的雨水即無法備用，祇得任諸流泄溝壑。對於仰賴雨水飲料，每有二個顧慮問題。一爲蓄水池容量須能維持較長早期的供應量；另一則爲在降水時期有適當集水面積，使蓄水池容量得以充盈雨水。至於一年之中何時爲乾旱時期須分析一地降雨量紀錄後，始能加以推斷。早期應有一個確切的定義，所謂早期並非絕對無雨期間。可能以蓄水池容量最後盛滿時期至第一次降雨屋面盡濕的日期。降水量並非直接爲可蓄水量。因一部份雨量即經屋面蒸發，而另有一部份爲瓦片所滲漏。此損耗量應取在降雨量的百分之十左右。在乾旱而降雨不規律地區須採擇一較長旱期，以推定雨水的供應量，但在潮濕地區降雨量較有規則，則須視其每日需要水量爲準則。在英國倫敦假定每日需要水量爲一百加侖，則估計需要水量平屋面面積七、三〇〇平方英尺，方可能達到儲水量的要求。

(二) 井與泉爲天然的蓄水池以調節一地區水量的供應。大的水井每日供應水量差別可自數十萬加侖至二百萬加侖。此種自然水源係由地面廣大的集水區，滲透入於地層，或由地下水所供給，但亦有一大部份水量由於蒸發 (Evaporation) 及逕流 (Run-off) 所損失。由於各種因子複雜，井水與泉水的儲蓄量頗難於作一估計。井的挖掘每須在泉源附近或於溪澗下游始能有水量供應，倘在高亢之處，井水多易

於乾枯而不能切合於實際應用。可靠的井水供應量須歷經長期間觀測與經過地質勘察，而所汲取水量乃在岩石泉位 (Water table) 以下者，始得井水供應量無缺。在一小地區範圍以內，多鑿水井，水量的供應量未必能見增加。據辣普九斯 (H. Lapworth) 於其論文『氣象與水量供應』(文見皇家氣象學會季刊第五十六卷第二七一頁) 中稱一口深鑽達地下水面 (即泉面) 的水井將擴展其影響及於距離達二英里長度。在美國加州深鑽井影響及於地下水面的距離竟達五英里之遙。

(三) 河川、池沼與大水庫 (Reservoirs) 每為較可靠的水量供應泉源。在河川上游所取用水量對於下游供應的水量影響較小。但河川中水源與空氣情況相若，應防止其污染。經過使用的污濁水流必須另由溝渠排洩並加以清濾，以防止疾病的傳染與人類飲用後影響於健康。河川或水庫中水量每年因蒸發作用而減少，殊無規律，往往視降雨與氣溫而變易。在乾旱夏季土壤乾燥，土壤蒸發量隨降水量同時減少。蒸發量的本質隨氣溫增高而增多，約在年平均溫度增加華氏一度蒸發量約每年增多〇·六至一英寸左右。在英國每年蒸發量約自十一至十七英寸而自北至南增加。蒸發量大抵多旺盛於夏季半年，在英國河川中最低水位往往在於九月。又在河川中處理污水為一重要問題，表土地層常為良善的自然清濾物質。在乾燥地區能有較遠於水源地的石質透水井，乃屬於理想的水池。倘在附近為流木所浸塞或受地面凍結的影響，即失其效用。池水冰凍或有漂流入的阻礙，皆得由一地氣象紀錄氣溫、雨量、蒸發各項要素，加以分析而確定池水水位的高下與可以運用的季節。

運輸氣候的經濟問題 運輸的作用在於調節各地區物品有無的需要。但在運輸氣候經濟上有供應與

需求分量的配合與運輸時間及物料品質各項均須了解各種氣候的配合問題，始易於達成運輸經濟的目標。且將各項氣象因素直接有關於運輸的如霧、雪、冰、水災等等分別作簡單的敘述。

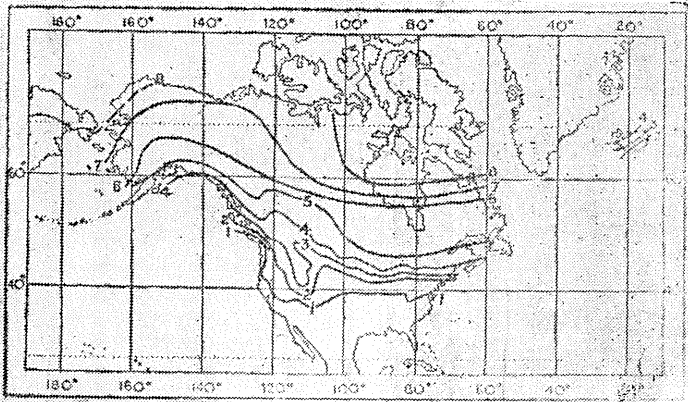
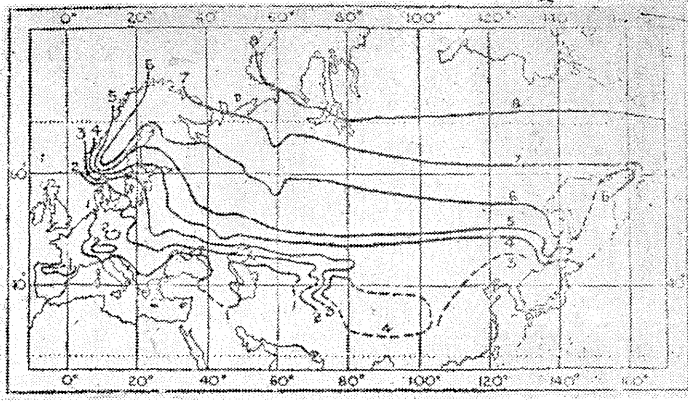
譬如霧將增加電力對於照明上的消費。霧為懸浮空中細小的水滴。足以障礙視程，亦足以遮蔽光線，使在運輸上發生危險或延誤運輸的時間。霧在潮濕氣候環境中所常見。霧形成的性質有二十大類。即是輻射霧 (Radiation fog) 與平流霧 (Advection fog) 二種。輻射霧均見於近地面空氣層中。尤其在廣大而平坦河川的山谷間，每值晴冷之夜近地面氣溫因輻射作用冷卻，使氣溫低至露點 (Dew point) 以下，於是空氣中所含蘊的水汽凝結為霧。泰晤士河 (Thames) 下游與倫敦附近的利河 (Lee R.) 常有豐多的水汽使附近空氣潮濕而易成霧。至於平流霧則形成於較暖空氣吹上較冷水面或另一空氣層面，或由於兩種不同溫度的濕空氣相混合而成。當寒流流過沿海岸時，在加州與北美洲東北沿岸此類霧的發生乃屬常見。霧在大城市中發生頻率較多，因烟塵空氣中多含有化學質點以供應濕氣的凝結。城市霧中塵點衆多，因此顏色污濁昏暗；而在鄉村霧中顏色較為潔淨，每作白色，倫敦尤為著名的霧都。在比利時沿岸、荷蘭與德國西北部城市霧皆所常見。由於霧有地方性因不適於作世界分佈的比較研究。霧的標準以能見度 (Visibility) 在一千公尺以下為準則。以此能見度距離，可能影響及於機場航空器的降落。重霧的能見度小於五十公尺，機場交通須暫行關閉。在倫敦於冬季每五或六天中即有一次重霧發生。因在城區氣溫較高近地面霧乃消散，而霧形為濃厚低層雲狀籠罩於屋面高度，使街道昏暗如夜。室內必須燃燈火照明，但在街衢能見度尚佳。欲免去此類重霧困擾，可築室於淺坡，但須避往山頂，因在倫敦地

區輻射霧多見於山谷中。而平流霧多發生於山頂五、六百英尺高度光景。霧不僅在影響於交通運輸，且對於都市居民健康亦有嚴重

的影響。

雪在副熱帶或熱帶所不

經見，白雪愷愷，往往引起熱帶地區人士神奇歡樂的幻想。但在寒冷氣候地區，每年降雪在百日以上之處甚多。輕雪飄過，隨即融化消失。但重雪每挾朔風俱來，堆積地面，阻礙交通，吹雪捲滾，在低窪處積雪厚度可在數十英尺以上。常可造成雪災。大雪紛飛時在空中或在地面同一足以障礙視程，等如濃霧，無大殊異。積雪期



附圖五十五 歐亞美三洲低地積雪月數分佈

間 (Duration of snow) 更直接影響及於人類的活動。茲就北美洲、加拿大、與歐洲北部及亞洲西伯利亞一帶全年積雪月數分佈(照參附圖五十四)圖中可見在北緯五十五度以南北美西海岸、美國在北緯三十八度以南與西部及南部歐洲每年積雪日期均少於一個月，但轉向北與東方向則積雪月數急增，在大部加拿大、挪威內陸、瑞典斯德哥爾摩 (Stockholm) 以北、芬蘭、蘇聯及中亞山地積雪月份均在三個月以上，若推至北緯六十度以上，則全年積雪月數約在六、七個月以上。在英國西岸與南岸全年積雪日數在五以下；但在大部英格蘭與蘇格蘭南部積雪日數約在五日至十日間；在南部與中部英格蘭高地約五百

附表二十八 英國各公路上積雪日數

公路名稱	觀測地點		積雪日數
	站名	高度(英尺)	
倫敦至愛丁堡	卡德巴	一、三〇〇	五三
倫敦至格拉斯哥	夏浦	一、三〇〇以上	四〇
司丹莫	士耐克	一、四〇〇	五〇
曼徹斯特至雪菲耳	凱威爾	一、五〇〇以上	四五
伯斯至布累麥	杜魯穆虛得	二、〇〇〇以上	一一〇—一二〇
伯斯至印威內斯	藍諾莫	一、五〇〇	七五
格倫科洛		一、一〇〇	五五

英尺，積雪日數則增至十至十五日；在英格蘭東北地區則積雪日數增達至十五至二十日，高度增加積雪日數隨之增多。據孟蕾 (G. Manley) 稱在蘇格蘭在海平面高度積雪約在十日左右而上達一千五百英尺高度，積雪日數增至八十二日。約增進高度二十二英尺，即增加積雪日數一日。英國彭尼維 (Ben Nevis) 峯高度四、四〇六英尺，積雪日數二二〇日，其積雪日數增進率約為每日二十英尺。在歐洲阿爾卑斯山 (Alps) 約為增加高度三十三英尺，增多積雪日數一日。在本寧山 (Pennines) 在高度三百五十英尺積雪日數為十五日而在一、八四〇英尺高度的積雪日數為七十六日。約為二十四英尺與一日之比。調查在英國各公路上積雪日數如上：

至於觀察各地積雪深度則由於其年變率極大，殊不易於尋求一定的規律。據美國藍山氣象臺史東 (R. G. Stone) 調查連續週數與不同積雪深度及高度的關係，所見較屬精闢，茲引錄於後：

附表二十九 美國新英格蘭州各地積雪週數 (七天) 與深度及高度關係

站位高度	二英寸以上	五英寸以上	十英寸以上	十五英寸以上
低地	五	〇—五	〇—四	〇
平地 (一百至二百英尺)	一五	一〇	五	五以下
高地 (八百英尺以上)	二〇	一五	一〇	五—一〇

附表三十 各地不同日期平均積雪深度（以英寸為單位）

地 名	十一月		十二月		一月		二月		三月		四月	
	高度 (英尺)	積雪	高度 (英尺)	積雪	高度 (英尺)	積雪	高度 (英尺)	積雪	高度 (英尺)	積雪	高度 (英尺)	積雪
紐約 (New York, N.Y.)	十五	三十	十五	三十	十五	三十一	十五	二十八	十五	三十一	十五	三十
綺色佳 (Ithaca, N.Y.)	八	雪積	0.3	0.3	0.4	1.0	1.0	1.0	0.5	—	—	—
伯利恒 (Bethlehem New Haven)	1,100	11.0	3.0	5.0	4.0	2.0	11.0	15.0	13.0	5.0	0.5	—

就前二表中審察，在新英格蘭積雪周數與深度隨高度而增加。在紐約州積雪日期在十一月十五日以前與四月十五日以後均無積雪。積雪深度以在二月中旬為最深。美國新哈芬州伯利恒地平面高度比較紐約州各觀測處為高，積雪深度因亦較大。若以紐約與伯利恒兩處在二月份積雪深度而論，大約有每一〇〇英尺高度積雪厚度相差一英寸之譜。

積雪可分為二種型類。譬如在東歐、北亞、北美洲內陸北部均有冗長而寒冷冬季，因此積雪在初冬已見，歷經一季。至於降雪期間與積雪深度則每年不等。在此類地區邊緣積雪可能有時融消。在初雪之後，雪即堅實冰凍，此後繼續降雪遂即累積冰結。每次降雪並不嚴重，但頻繁下降的輕雪聚積可觀。在暴風雪 (Blizzards) 時。狂風吹起地面浮雪甚於新降雪。此類積雪可以影響於交通運輸，因車輪運輸已不適宜而須以雪橇代用。冬季亦常為旅遊勝季，因積雪凍結的河川頓轉而為優良的公路。而在陸上的

鐵路如在加拿大山區間反爲積雪所封鎖。防護方法惟有安裝雪棚 (Snow sheds)。待至春臨，積雪地區積雪部分融解而爲雪泥 (Slush)，甚至洪水暴發，交通運輸情況，屬於惡劣。一部份岬谷上游冰塊已向北瀉入河川而在下游岬谷仍在凍結之中。此種狀況可能有一個月光景，於平均氣溫在華氏三十二度左右。第二種積雪則屬於間歇型類。在風暴區域冬季氣溫時在華氏三十二度上下變化。降雪頻率並不如在寒冷區域的次數頻繁，但降雪時多屬重雪，且伴有大風，捲起嚴重吹雪。隨後繼以暴雨而解凍 (Thaw)，因而發生嚴重的山洪。此型類積雪其發生殊不規則。此類形態可能在低地一冬無雪，而在他處則連續降雪，且積雪兼旬。此類積雪常使運輸上造成極大困難，因在深雪尚未經凍結之際已遭受暴風席捲他去，阻斷公路與鐵路交通，使在城鎮間陷於孤絕，在都市中掃雪尚易，如在郊區掃雪則艱難多矣。此類嚴重雪暴在美國東北各州，如在紐約城，甚至英國於冬季皆所習見。民國五十六年二月十六日美國東北部大風雪，大風時速達六十英里北明尼蘇達於十五日氣溫低達零下三十八點九度，於紐約州積雪深達二十六英寸。

雨淞 (Glazed Frost) 或稱冰暴 (Ice-storm) 在北美洲與歐洲所習見。雨淞有二種形式。第一種形式爲雨降落於冰凍路面或凍結積雪表面，即凝結爲冰。此薄冰敷在地面厚度不大，亦不持久，因此對於交通運輸，尚不發生嚴重障礙。第二種形式爲降落雨點雖尚在液態，然溫度已達過冷狀態而在零度以下。每雨點擊撞任何固體物質，隨即凝固爲冰。使道路表面敷上一層堅實而滑溜的冰層，若不用支柱或鉗輪，人或車輪均無法行駛其上。電線均外包一層冰衣，使其重量超過於荷負能力而折裂，電力的輸送

與電訊的傳遞，均告中斷。一九四〇年一月曾因水暴而影響於交通阻塞達數日之久。雨淞在中緯度美國東部又爲常見。一九二一年十一月二十六日至二十九日因雨淞而電線轉變爲冰軸其直徑達三英寸，使整個交通停頓數日之久。菓園樹幹俱折。損害慘重。

霜並無直接影響交通運輸，但對於道路路面有累積的影響，滲入於地面的冰針與在地面下相鄰接的冰層，使路面隆起不平或發生裂痕。霜的損害在排列礫石間影響往往大於栢油或瀝青路面，蓋因後者防水滲透力較強，而瀝青層可以有絕緣性質。尋常潮濕土壤比較乾燥土壤凍結深度爲大。據一九三五至三六年嚴冬美國渥亥俄 (Ohio) 州因霜害而道路所受損失總值達三百萬美元。積雪每能防止霜害，在新雪中因含有大量的空氣而在陳雪凍結後，又形成一層絕緣體保護地面溫度。凍結土層比較不凍結土地傳播道路上車輛頻繁的震波至鄰近的建築物的彈性爲強。因此可以運用此點原理在建築物與車輛頻繁的道路間，可佈置花壇或花床，以阻遏震波的傳播，亦不失爲理想建築的設計。

漂冰障礙航路與封凍港灣 於冬季在高緯度海上航行，不僅在嚴寒凜冽，且尙有漂冰阻礙河川、沿岸及港灣航行，與封凍港灣的危險。一九一二年四月十四日『鐵丹尼克』號 (S. S. Titanic) 輪在北緯四十一度四十六分；西經五十度十四分位置觸撞冰山沉沒，死亡一千四百人，此後在大西洋中成立漂冰巡邏組織。港灣封凍對於船隻停泊港內亦甚危險，因絕糧停航對於船舶的損害至爲嚴重。漂冰對於航行常發生障礙的地區，可以分別介紹於次：

(一) 加拿大東南部及聖羅倫斯灣口 (St. Lawrence Estuary) 北美洲東部河川與北緯四十五度以北

陸地圍繞的港灣於冬季均受封凍影響，此類航運小港每臨冬季不能通航期間達二、三月之久。若干河川雖南向至北緯三十七度仍然遭受封凍。重要港口皆仰賴破冰船 (Ice-breakers) 以維持準常通航。此區港灣在平均封凍日期以後，航輪均停航二、三月至融凍以後數週，始再恢復航行。伊利湖 (Lake Erie) 在一、二月間常受嚴重凍結。至於狹窄入口自卡博海峽 (Cabot Strait) 至聖羅倫斯灣，在紐芬蘭於勃蘭登島角 (Cape Breton Island) 與雷伊角 (Cape Ray) 間於冬季航行爲極大困難。自一月中旬至四月下旬船隻非經特殊裝置防禦結冰者不通航行。在聖羅倫斯河與大湖區冬季結冰至三月底始見融開，在四月中至五月中河川中大量冰塊奔放而下。在卡博海峽中於四月至五月中約有三週之久，因冰塊壅塞，完全不通航。河川中此種冰塊壅塞 (Ice-jam) 現象，在航行上特殊的名稱謂之積冰礁 (Bridge)，使在紐芬蘭沿岸每造成船隻失事的事件。

(二) 紐芬蘭島與拉布拉多半島 聖羅倫斯河口與紐芬蘭港 (以南岸除外) 及拉布拉多沿海岸於冬季均遭封凍，各港口的歷年平均封港與開港日期見後附表三十一。在東岸最嚴重的問題則爲漂冰 (Drift-ice)。於冬季在巴芬島與格林蘭島間的巴拉灣 (Baffin Bay) 與大衛斯海峽 (Davis Str.) 西岸均滿佈有礙於航行的冰塊直至六月底止。所稱冰塊概括浮冰 (Icicles) 與冰山 (Iceberg) 皆屬凍結。待至春初此冰塊漂流隨拉布拉多海流 (Labrador Current) 漸向東南漂流，而進入於紐芬蘭外的大西洋。此類漂冰乃融解於暖水中，而大塊冰山則漂至紐芬蘭以外，更遠侵入於大西洋中，每形成嚴重的海上失事事件。『鐵丹尼克』郵輪爲海事紀錄上不能遺忘的一事。此類漂冰下流日期，每年均不一致，但在紐

芬蘭岸外所見冰山大抵在三月後半月光景。哈得孫海峽 (Hudson Str.) 與哈得孫灣水最初在十月凝結於哈得孫海峽北岸及哈得孫灣沿海岸。十一月中哈得孫海峽中航行非堅固的破冰船已不通航行。同時堅冰已擴展至整個哈得孫灣沿岸。僅在其南部結冰較薄。十二月間哈得孫灣已全部封凍。哈得孫海峽至五月始見冰解，而直至六月始能通航，七月冰塊方見減迹。邱吉爾河 (Churchill R.) 與納爾遜河 (Nelson R.) 自十一月初至五月中皆不通航運而奧巴尼河 (Albany R.) 則自十一月中至五月初皆在封凍期中。

(四) 蘇聯白海 (White Sea) 與北極海沿岸 (Arctic coast) 在蘇聯坎達阿克斯哈灣 (Gulfs of Kandalaksha) 與阿尼加 (Onega) 及阿干折 (Archangel) 一帶地方早在十月已可結冰，而經常在十一月。但在白海北部乃轉至十二月始受冰凍困纏。結冰沿海岸向西擴展直達斯維雅伊多以諾斯 (Sviatoi Nos) 至於三月，此後漸見衰退。自一月至四月中白海中佈滿漂冰，但其中部於一月普通船隻可以航行，而堅實破冰船則在二月至四月間仍能通航。凍冰在五月間已甚疏散，待至六月，始行絕迹。在莫爾曼 (Murman) 沿岸於整個冬季不受封凍影響。各地結冰與封凍日期，至不規則，其平均始凍與終凍日期，以參照附表二十一較可得更確切的觀念。

(五) 波羅的 (Baltic) 海沿岸西部波羅的海經常不受冰凍影響，但在異常嚴寒冬季，於丹麥西南港灣亦可見結冰，德國不來梅 (Bremen) 與漢堡 (Hamburg) 皆受封凍所及，甚至更東至哥尼斯堡 (Königsberg) 港亦能蒙其影響，大約五年一次。波羅的海入口丹麥的窄狹海峽於十年中亦可能有一

、二次嚴冬中發生凍港影響。水結最厚期間在二月，以特殊嚴冬爲例外，平常在三月底海峽均已暢通。瑞典與芬蘭波斯尼亞灣 (Gulf of Bothnia) 每在十一月或一月凍結，在其南半部至四月底已經開凍，但在北緯六十四度以北則冰凍可能延至五月。自瑞典烏麥奧 (Umea) 至芬蘭瓦沙 (Vaasa) 各港每年都封凍。海諾桑 (Hernasand) 於三年中即有一年凍港。瑞士沿岸於海諾桑與北緯六十度間冰凍僅屬偶然之事。斯德哥爾摩 (Stockholm) 出入口受冰凍障礙影響乃屬僅見，但在瑞典奧蘭 (Oland) 與卡耳馬 (Kalmar) 窄狹海峽間受漂冰封鎖年時有之。於芬蘭方面牢馬 (Rauma) 亦偶受漂冰包圍，但在土庫 (Turku or Abo) 方面則不受其影響。在芬蘭灣於北岸在平年冰凍每見於十一月底與在十二月十一日左右克隆斯塔灣即部份冰凍。年平均水結限度自一月與二月逐漸沿向南岸伸展，於三月抵達最西端在東經二十一度至二十二度間。此時里加灣 (Gulf of Riga) 全部與希烏梅 (Hiiumea) 及沙來馬 (Saaremaa) 島鄰海均遍佈冰塊，障礙航行。自四月初冰塊迅速崩解，整個海灣於五月初始全部融消。維浦里 (Viipuri) 與克隆斯塔 (Kronstadt) 每年皆遭封凍，而赫爾辛基 (Helsinki) 於一、三年中有一次凍港。至於芬蘭西南則於海上航行無漂冰的障礙。

(五) 黑海 (Black Sea) 與亞速海 (Sea of Azov) 黑海僅在北部受結水的影響。多瑙河 (Danube) 下游冬季經常封凍，尤以加拉茲 (Galatz) 與勃來拉 (Braila) 三角洲一帶。結冰消融甚早於二月底。黑海西北部許多礁湖 (Lagoons) 與河口皆經常封凍甚久。在克里米亞 (Crimea) 南岸冰凍影響較小而克赤 (Kerch) 海峽須至一月底始受冰凍形響，有一寬闊塊冰 (Pack-ice) 地區形成於北部入口。亞

速海受結水困擾尤爲惡劣，端賴破水船以維持港灣在結水季早期與晚期數週的海運交通，但在主要寒冷季節二月則因結水過厚無法航行。

(5) 亞洲東海岸與鄂霍次克海(Sea of Okhotsk) 在黃海(Yellow Sea)中結水僅見於北緯三十七度韓國(Korea)西海岸海灣，發生於一月下半月與二月初。結水現象在朝鮮海峽所未有。在整個冬季於日本海(Japan Sea)亦不見結水僅在海參威(Vladivostok)以北沿海岸有一窄帶漂水自鄂霍次克海而來在一月與二月及三月上半月。在北緯四十八度以南航運經常維持暢通，而海參威在冬季航行則依靠破水船以維持交通。日本海東岸漂水亦屬鮮少。在尼科來夫斯克(Nikolaevsk)外的鞭軛海峽(Gulf of Tartary)則自十一月中以至五月，甚而至七月間經常爲堅冰封鎖。鄂霍次克海北岸結水期始於十月底或十一月初。冰凍維持至六月甚而至於七月。千島羣島(Kuriles)南端附近漂水在二月至五月間仍可遭遇。但在岡察加半島(Kamtschatka)西海岸外僅有零星的漂水。在岡察加東岸外則固定冰塊與漂水俱有。倘欲進入彼楚口羅夫斯克(Petropavlovsk)端賴有破水船而口。更北而至安那第灣(Gulf of Anadyr)自十一月下旬至五月初常在冰結期中，而白令海峽(Bering Strait)自十月中直至五月底亦常爲堅水所封鎖。

河川結水時氣溫平均在攝氏零下五度以下，而解凍時平均氣溫在攝氏三至四度以上。冰凍時間較長而融解時間較短，因之在水雪融化時每易發產水災。在氣候變率大的地區其氣溫日較差甚大，此種水災現象尤易於發生。在加拿大、俄國與西伯利亞於春季在結水解凍初期每有駭人的事實即爲決凌(Deluge)

ice)。在南加拿大與南俄羅斯始於三月中，漸向高緯度推進，直至五、六月間而至極北地區，每有二週至六週之久。在此時期河川中漂冰每形成爲壅塞現象即冰塊與泥水融雜，使河川阻塞而頓成水災。譬如西伯利亞向北流的河川，在上游雖已解凍而在其下游則仍在冰凍狀態，使水流無處瀉洩，化爲一片澤國，澤泥無可交通。於五月間，伊爾庫次克(Иркутск)即形爲一個孤城，實爲顯著的一例。

附表三十一 港灣平均封凍與解凍日期

中 文	西 文	經 緯		日 期		備 註
		(度)(西)	(度)(北)	(月)(封)	(月)(開)	
新斯科亞	Nova Scotia					
雪爾本勒	Shelburne	六五	一九四三			罕受漂冰困擾
雅茅斯	Yarmouth	六五	四五四三			不受侵擾
哈利法克斯港	Halifax Hbr.	六三	三三四四			九十年來曾有三次封港
聖約翰港	St. John Hbr.	六六	四四五			不受侵擾
坎索港	Gut of Canso	六一	八四五	一	四	
皮克投港	Pictou Hbr.	六二	三八四五	一	四	
阿模斯特港	Amherst Hbr.	六四	一三四五	一二	一五	
胡德港	Port Hood	六一	三一四六	一	三〇	
雪梨	Sydney	六〇	一八四六	一	四	
新伯倫瑞克	New Brunswick					

雪地亞克	Shediac	六四	二七	四六	一二	二二	一	四	一八	一	罕受漂冰困擾 「積冰礁」發生於四月十五日至五月十五日 罕受漂冰困擾 二月至三月間港灣有時爲漂冰所封鎖 在五十年有六次漂冰影響 罕受漂冰困擾 三十年中曾受二次漂冰侵擾 罕受漂冰困擾 罕受漂冰困擾
占松	Chatham	六五	二六	四七	一一	二二	八	四	一八		
米拉米希灣	Miramichi Bay	六五	一五	四七	四	二二	一二	四	一三		
康柏爾頓	Campbellton	六六	三四	四八	〇	二二	一	五	一		
愛德華皇子島	Prince Edward Is										
沙洛鎮	Charlottetown	六三	八	四六	一四	二二	二一	四	二〇		
桑麥塞德	Summerside	六三	四七	四六	二三	二二	二〇	四	一〇		
魁北克	Quebec										
父岬	Father Point	六八	二八	四八	三二	一	一五	三	一五		
加斯帕港	Gaspe Hbr.	六四	三〇	四八	五二	二二	一五	五	一〇		
七島	Seven Is.	六六	二四	五〇	一三	一一	一	四	一五		
聖羅倫斯灣	St. Lawrence Gulf										
聖匹亞碇泊所	St. Pierre Roadstead	五六	一二	四六	四五	一					
卡博海峽	Cabot Strait	六〇	〇	四七	三〇	一	一五	四	三〇		
紐芬蘭	Newfoundland										
巴士克港	Port au Basques	五九	一〇	四七	三三	一					
練卜瓦港	La Poile Hbr.	五八	一八	四七	四五	一					
栢基歐港	Burgeo Port	五七	四〇	四七	三五	一					
大濱港	Grand Bank Hbr.	五五	四六	四七	四	一					
布林港	Burin Hbr.	五五	一四	四七	二	一					
特瑞帕塞港	Trepassey Hbr.	五三	二一	四六	四〇	一					

港灣 地名 經緯度 平均日期 備註

中 文 西 文 (度) (東) (分) (度) (北) (分) (月) (冰) (日) (結) (月) (解) (日) (凍)

北極海岸 Arctic Coast
芬蘭 Finland
克密 Kemi
蘇聯 Russia
莫曼斯克 Murmansk
阿干折 Archangel
麥森 Mezen
波羅的海 Baltic
瑞典 Sweden
赫諾珊 Hernosand
烏麥奧 Umea
魯勒 Lulea
芬蘭 Finland
托尼奧 Tornio
奧盧 Oulu (Uleaborg)
瓦沙 Vaasa
阿波(土庫) Abo (Turku)
赫爾辛基 Helsinki (Helsingfors)

二四 四二六五 四一 二一 六 五 二五
十一月廿五日至五月廿二日間航運封鎖

三五 〇六九 〇 極不規則 六 五 二五
大致無漂水

三九 四〇六四 三三 〇 二 二五 五 三〇
一三二月七日至四月十六日

四四 二三六五 五〇 一〇 二 二五 五 九
十二月廿三日至五月一日

一七 五八六二 三七 一 二五 四 一
一三二月七日至四月十六日

二〇 二〇六三 四五 二 二五 五 九
十二月廿三日至五月一日

二〇 一〇六五 三五 二 二五 五 一四

二四 一五六五 四八 一 三〇 五 二四

二五 三五六五 三 一〇 五 一五

二二 一八六〇 二六 一 一五 四 一七
航運不受阻礙
二二二月十六日至四月五日

第二編 世界氣候

第九章 歐、亞、澳、紐的溫帶氣候

地面氣候帶最簡明的劃分，以南、北緯線六十六度三十分爲分界，此卽所謂南、北極圈。(Arctic and Antarctic Circles) 又以南、北緯線二十三度三十分爲分界，此卽所謂南、北回歸線 (Tropics)。在北極圈以北稱爲北寒帶，位於北極圈以南而在北回歸線以北地區稱爲北溫帶。在北回歸線與赤道間區域則統稱爲熱帶。南半球情形相若。在極區以在春秋分 (Equinoxes) 鄰近期間除外，晝夜之分幾屬消失。全年有冗長而寒冷的冬季，與短暫的夏季。至於在溫帶 (Temperates) 地區，則晝夜與冬夏的變化並屬重要，但其氣溫較差則在最暖與最冷各月的平均較差超過於其日平均氣溫較差。在內陸地區氣溫年較差甚大。一般所稱謂溫帶實屬於名實不符。因此在氣候學上有同類名詞稱謂『中緯度』之稱。至於在熱帶地區季節氣溫的差異殊小，而在晝夜的差異較大，因此夜爲熱帶之冬。而熱帶真實季節的辨認乃在於雨量的變化。日較差超過於年較差的地區類皆見於熱帶，僅以印度的孟買 (Bombay) 與馬德拉斯 (Madras) 連結 (線爲分野與南美西海岸延伸至聖地雅哥 (Santiago) 爲例外。

季節的分辨，按氣象學者實用一般的慣例，在北半球每以十二月至二月爲冬；三月至五月爲春；六月至八月爲夏；九月至十一月爲秋。南半球的情況，則屬適反，以六月至八月爲冬，餘以類推。在高緯

度與大陸內地的季節變化，亦稍異於習例，一年中有顯著的冬夏，而幾無春秋，其間的僅有一個月之季節遷遞期間。在溫帶區域的天氣變化常由氣壓分佈的局勢所制御。反氣旋 (Anticyclone) 與氣旋 (Cyclone) 的體系輪番更駐，使地面天氣隨之變易。反氣旋為一高氣壓區氣流以順鐘向向外輻散，風微而乾燥天氣。在夏季天氣多晴朗，有陽光而暖和。但於冬季高氣壓在西歐天空每籠罩一層勻淨暗淡的雲層。在冬季常有霧相隨，因風力微弱，使城市中塵烟每集聚而不散。在西伯利亞內陸於冬季幾乎經常為高氣壓所籠罩，至於在溫帶地區則在各季中時有，依循不規則路徑而緩慢向東進行。另一種大氣局部性周流即與反氣旋相對的所謂氣旋。氣旋周圍的空氣，在北半球循反鐘向向內輻合。中心氣壓較低。其移動方向自西徂東。南半球的氣旋流向則為順鐘向與北半球相反。在北半球低氣壓前方氣流多為南或東南方向，空氣常暖而濕，每有持續性細雨。但在低氣壓後方氣流則多為北或西北方向。每帶陣性降雨，而天氣轉冷，間有晴隙。在低氣壓過後，陣雨轉歇，天氣每有數日轉晴，以靜待次一低氣壓的來臨。在低氣壓箱圍中常可見氣流不相接合的界面，這些不連續面顯示二種不同性質氣團混合。在低氣壓的後方，冷空氣主動向其南方暖空氣推進，以取代其空間，此冷空氣接觸面稱為冷鋒 (Cold Front)，有顯著的風向上來源的不同可尋，且有陣雨驟雨相伴。冬季冷鋒南下，在高緯度濕重之處，每見大雪。而在中緯度或較低緯度處則見陣雨。低氣壓範圍與強度差別至大。其平均直徑約自一千至一千五百英里，但遇一冬季強盛的低氣壓其直徑可能擴展至三千英里而可挾帶暴雨與陣風侵襲歐洲整個大西洋沿岸一帶。風速可達每時六十至七十英里（相等於每秒二十七至三十一公尺）歷經一小時或數小時，且陣性甚強。類似

情況可見於阿留申羣島 (Aleutians) 與加拿大西岸、華盛頓、俄勒岡 (Oregon) 州、新英格蘭、紐芬蘭 (Newfoundland) 與加拿大東部沿海一帶。在大陸內部風力約略減弱。於夏季低氣壓範圍減小，威力亦見削弱，但強烈的風暴僅發生於有限的局部地區。低氣壓的發生頻繁，其行徑亦無規律，因而使天氣變幻不已。低氣壓所發生的強風，少有破壞性能力。天氣晴雨更迭，氣溫隨之升降，使溫帶氣候產生奮興性質，尤以在沿海地區。天氣常不舒適但永不令人有失望的感覺，而使人羣常存戰戰兢兢之心，以尋求氣候較少變化的規律，此或在世界風暴溫帶氣候地區爲人羣文化進步中心的地帶所使然也。

不列顛羣島 不列顛羣島氣候是既勻致而多變的。甚暑苦寒或久旱與暴雨，皆屬罕有。但天氣持續不變在十日或十日以上者亦稱鮮少。地面高度在五百英尺以下各處，其年平均氣溫多在華氏四十五至五十二度間（攝氏七至十一度）。在西海岸與島嶼一年中最冷之月爲二月，其他各處則爲一月。相似情形，西岸最暖之月在八月，而東岸在七月。最冷與最暖之月氣溫較差均不超過華氏二十五度，在西岸與島嶼年較差僅及十五度。一般海洋氣候環境，冬季每延伸入於春季，而夏季則延伸入於秋季。極端溫度甚少，倫敦於過去一百餘年氣溫未曾有一次達華氏一百度（攝氏三十八度），而最低氣溫達華氏四度（攝氏零下十六度）以下者。在平年氣溫常在華氏八十五（攝氏二十九度）度與十九度（攝氏零下七度）之間。在北部中區地帶與南部蘇格蘭氣溫較低，但大部地區氣溫低於華氏五度（攝氏零下十五度）者於十年中僅一遭而已。凜冽嚴多殊屬鮮見。在過去七十年中顯著的嚴多有一八七九至八〇年，一八九〇至九一年，一八九四至九五年，一九三九至四〇年，與一九四六至四七年。其間尤以一八九〇至九一年與一九四六至四七

年爲最劣之嚴冬。一八七九年十二月爲近百年中於法國及中歐最寒之月。寒感施展至次年一月。荷蘭水道凍結近兩月之久。巴黎因寒而凍斃者有五十人。英國所受寒威稍殺，但亦有殭死者，常綠樹木都遭殺傷。於十二月四日於布拉阿臺 (Blackadder) 地方最低氣溫曾達華氏零下二十三度 (攝氏零下三十一度)。一八九〇至九一年嚴冬爲寒冷時期最長者，自十一月二十五日至一月二十二日均有嚴霜。在此期間平均氣溫於英格蘭與威爾斯均在華氏三十二度 (攝氏零度) 以下，於東安吉利亞 (E. Anglia) 與東南中區地帶則在華氏三十度以下。雷京公園 (Regent's Park) 中的溜水場凍結四十三天，結冰厚達九英寸。嚴霜滲入地面深度達一英尺。一八九四至九五年自十二月三十日至三月五日間僅有一次無霜。最冷之日爲十一月十一日布累麥 (Braemar) 氣溫達華氏零下十七度 (攝氏零下二十七度)，爲英國最低氣溫紀錄。自二月九日至十七日泰晤士河 (R. Thames) 全流爲漂冰阻塞，冰塊厚度有達六、七英尺者。一九三九至四〇年冬雖不如一八九四年至九五年冬的凜冽可畏，但爲時較長而降雪較重，於該年一月底雨淞現象尤稱顯著。一九四六至四七年與一八九〇至九一年乃爲自一七八九年以來最惡劣的嚴冬。不僅在寒冷時期長久，且多降重雪。英格蘭與北愛爾蘭地面積雪不消自一月二十七日直至三月十三日，積雪厚度達二英尺。

不列顛各地一年中降水量大抵適中而分佈勻稱。年降水量於低地自英格蘭東南部二十至二十五英寸增進至西部與西北部四十至五十英寸。最潤濕地區在於山頂。在威爾斯昆布蘭 (Cumberland) 與西部蘇格蘭年雨量達二百英寸。此類多雨山區實爲其下游水力資源的淵藪。乾旱 (Droughts) 時期逾六個

月情形極稱罕少。自一八六四年以來顯著乾旱時期，列如下表：

附表三十二 不列顛的乾旱時期

年 份 (公元)	時 期	月 數	平均雨量百分比	
			英格蘭與威爾斯	蘇格蘭
一八六四	四月至 八月	五	六一	七三
一八六八	五月至 七月	三	三八	六七
一八七九至八〇	十月至 一月	四	三六	五八
一八八七	二月至 七月	六	五七	七三
一八九三	二月至 十月	九	六八	七七
一八九五	三月至 六月	四	四三	七二
一八九六	二月至 六月	五	六二	七二
一八九六	一月至 五月	五	六〇	七九
一九二一	二月至 七月	六	四九	八四
一九二九	二月至 十月	九	五八	八九
一九三八	一月至 四月	四	四七	五一
一九三八	二月至 四月	三	三一	七〇
一九四七	八月至十二月	五	五七	七八

乾旱大致在英格蘭東南部較爲嚴重，由於該區不僅在雨量較少於其他各區，且其雨量年變率亦大，以致如此。

蒸發量往往於夏季最大，在乾旱地區，蒸發每超過於降雨量。在平年大部份夏季降雨量，未經滲透入於地面浮土卽已蒸發而返回諸空中。在乾旱時期於河川或泉源供應的地下水大抵爲冬季所儲積的降水量。因此在冬季的乾旱雖屬不能比較夏季酷熱乾旱狀態的顯著，然而對於地下水的儲存，確實產生極大的影響。

不列顛冬季可稱謂多風暴天氣，但因風而遭災害的情形甚少。雖於一八七九年十二月二十八日曾因強烈暴風而使曝露空曠間於泰橋(Tay Bridge)若干輛火車遭受損害。於西愛爾蘭的古爾鐵(Quilly)地方因設置一風速計於風速到達每時六十五英里(每秒二十九公尺)時，卽發佈警報公路鐵路車輛載重，並再於風速達每時八十五英里(相等於每秒三十八公尺)警告在空曠間車輛停止行駛。嚴重的風暴每挾帶濠雨，可能形成輕微水災。嚴重水災的造成可能由於強烈的雷雨，或由於緩慢移動的低氣壓而帶來持續的重雨，或由於相繼而來的風暴，挾同暖空氣與暴雨俱至，又繼以一期間深厚積雪與凍土。漲潮的河川，水災的形成多由於河川的洪峯與高潮期間正逢整合，而河川水壘又爲風暴風勢所堆砌。一九二八年一月六日至七日泰晤士下游水災，洪水淹及倫敦有十四人遭受沒頂慘劇，卽因風暴與潮水漲塞河口，而上游水勢無法瀉洩所致。

在不列顛羣島最感困擾的風暴爲帶來暴風重雪。一般通稱爲雪暴風(Bizzards)，其性質與美國的

雪暴風不相類似，如極低氣溫與乾燥如末的颳雪。在過去七十年中在英格蘭南部有嚴重的雪暴，可以其三次而言之。一八八一年一月十八日至二十日此次風暴，其影響及於大部分英格蘭地區，而受嚴重影響的乃自索美塞得 (Somerset) 至威特島 (Isle of Wight)。此次在倫敦街道受雪障阻交通達二週之久。一八九一年三月九日至十三日此次雪暴影響最重在得文 (Devon) 與康瓦爾 (Cornwall) 間。數輛火車被雪淹埋於達特木 (Dartmoor)，旅客凍飢，僅以身免。一九二七年十二月二十六日此雪暴在高地未曾吹動積雪厚度達一英尺，而地面經風吹起堆積的雪阻塞通衢約爲時日一週。雪多輒而黏，附着電線多受摧折。近年在北部英格蘭所見大雪以在一八八六年二月底至三月初與一九四七年三月四日至五日爲最慘重。此類特殊氣候的記載。實不勝於枚舉。

在偶見相反天氣 (Contretemps) 以外，不列顛羣島的氣候，尤以英格蘭東南部大抵最適合於人類的活動。平均夏季氣溫最接近於適宜溫度標準，冬季氣溫寒冷適足以使人興奮而不致過於寒冷，使人凜冽畏縮。濕度亦稱適宜，而不過於乾燥，使神經激動與塵沙飛揚令人厭惡，或長期濕熱，令人煩惱。風力清和使空氣潔淨而室內空氣流通。其惟令人困擾而厭惡的乃爲大城市中混濁的烟霧。總之，天氣並不單調。北部英格蘭與蘇格蘭氣候均屬可人，僅在冬季於中部及東部地區較屬峻酷，而在西部於適宜高氣壓天氣殊屬短暫。愛爾蘭的氣候更屬合於勻稱理想，冬季氣候溫和，使在不列顛各地冬季氣候中更增活力的影響。

氣候變化雖燥濕相繼，晴雨不時，驟視之，頗有紛亂之感。細察之，始知有一定型態，亦不無規律

可尋。體驗天氣型態變化，在各年中每有巡迴來復的形迹 (Recurrences)，其要的傾向，可以簡要的引述如次：

- (一) 十月至二月初為風暴時期間有小高氣壓插曲。
 - (二) 二月至五月寒潮隨東北風而至。
 - (三) 夏令時期清涼的西北風與暖而悶熱的西南風更番代替。
 - (四) 九月至十月初為高氣壓輪值駐蹕與晚夏時期。
- 季節主要時期的賡續禪替，及其發生平均與高峯日期在過去五十二年（一八八九至一九四〇年）中可以曆序約略編排如下表。以略窺氣候變動的梗概：

附表三十三 季節天氣變化循環的日期與頻率（次數）

天氣型態	平均日期		高峯	頻率（五十二年中）
	起	訖		
一月初暴風雨雪	一月五日	一月七日	一月八日	壹
一月中高氣壓型	一月六日	一月十四日	一月二十五至二十七日	壹
一月末風暴雨雪	一月二十四日	二月一日	一月三十一日	肆
二月初高氣壓型	二月八日	二月六日	二月七日	元
二月下旬寒潮	二月十三日	二月十五日	二月十五日	三

以上列舉氣候演變特徵，未必按年巡迴來復，縱有此天氣來復現象其發生日期未必準如上表，而可能有一週前後出入。因是前表並非為按年天氣豫測，而僅為人類在工作活動上在五日前後計劃的參考。一週或一月前長期天氣豫告在溫帶地區於目前尙未能配合實用。一般氣候周期性的研究，例如日斑數量變化的十一年周期與白呂克納 (Brückner) 的三十五年周期皆未能予以充分的信賴，而僅為偏近於揣測工作，於茲不加深論。



附圖五十六 歐洲主要氣候區域

波羅的海 (Baltic Sea) 與阿爾卑斯山 (Alps) 間，氣候自西至東緩慢變化，以地理位置言，可說自不列顛至烏拉山脈 (Urals)。冬季寒冷愈向東漸，愈感凜冽，在倫敦的嚴冬，於柏林則視為準常狀況。冬季經常積雪而持久，春季氣溫轉暖甚速。夏季溫暖潤濕常雨而多雷，至於秋季為夏季的尾閭，而喪失其涼爽的本質。冬季有顯著的差別，至於夏季則在華沙 (Warsaw) 與倫敦無大殊異。氣溫差別僅在沿海岸數英里地區已甚顯著。巴黎 (北緯四十八度四十九分，東經

西北歐與中歐 歐洲氣候主要分區，依據甘特魯 (W. G. Kendrew) 所著世界氣候誌 (Climate of Continents) 一書，其主要氣候區域可參看附圖五十六。因歐洲無南北山脈障阻，使整個北歐平原自

二度二十九分) 比較倫敦(北緯五十一度二十八分, 西零度十九分) 所處緯度爲低, 而其一月平均氣溫較低於倫敦, 至於其極端最低氣溫則相去遠甚。其種因則由於北海寒冷東北風影響所勿及。歐洲各地最低氣溫紀錄以華氏溫標言, 荷蘭夫勒辛(Flushing) 爲華氏二度(攝氏零下十六度), 烏特勒支(Utrecht) 零下五度(攝氏零下二十一度), 柏林零下十五度(攝氏零下二十六度), 華沙零下二十二度(攝氏零下三十度) 莫斯科零下三十一度(攝氏零下三十五度), 卡珊(Kasan) 零下三十四度(攝氏零下三十七度), 斯弗羅夫斯克(Sverdlovsk) 零下四十二度。(攝氏零下四十二度)。於冬季溫暖而潮濕時期亦隨風暴活動而擴展以至歐洲, 但愈偏向東部其爲期愈短, 而其影響亦愈不顯著, 同時暴風發生的頻率減少。春季東北風發生頻率最高, 使寒潮天氣驟來, 每傷穀物。俗諺有五月霜(Ice Sails) 之說, 即寒潮時見於五月十一至十三日左右, 其實自四月至五月此類寒潮隨時可至。春季在寒潮天氣以外, 氣候多舒暢而平靜。五月底邊天氣型態每有驟變, 使歐洲季風時期開始。西風與西北風的頻率與風力驟見增加, 在德國波羅的海沿岸情況尤爲顯著。清和時風與陣雨天氣蒞臨, 約有兼旬時日。至六月底夏季伊始, 熱期(Hot Spells) 與雷雨盛行, 直至九月下旬。在許多年中, 於中德及東德與俄國西部在此期間內每有一時期高氣壓晴熱天氣俗稱謂『老婦夏』(Old Wives Summer)。其平均期間在九月二十四日至十月四日左右。其頻率自一八八九年至一九四〇年五十二年中有三十三次。類似情形, 在十月與十一月亦可能產生『晚夏』(Late Summers) 現象, 僅爲期甚短, 頻率既低而氣溫亦稍殺。在斯堪的那維亞(Scandinavia) 半島因以山脈爲其脊樑, 屏障大西洋上吹來的氣流, 使氣候向東劇變。挪威氣溫潤

濕而多雨，且有風暴，在高山處則有重雪，與西部蘇格蘭 (W. Scotland) 氣候相似，但在同等高度於冬季氣溫較冷約近華氏六度 (攝氏零下十四度)。瑞典氣候較為沉靜，冬較冷而夏較暖，其性質接近於東歐氣候型類。波斯尼亞灣 (Gulf of Bothnia) 於冬季大部時間均屬凍結，使氣候更形嚴寒。僅在秋季於瑞典與西部芬蘭能有西歐型的天氣而已。

東歐與西伯利亞 (Siberia) 北歐平原向東伸展至烏拉山脈 (Urals) 以爲歐亞兩洲間自然的疆界，雖此山脈高度不足以爲氣候上的分野。此平原自南部山脈以至北冰洋間單純而無所變化。在此廣漠平原上各種生物，幾乎悉受氣候的控制。自西至東，大致可分爲三帶。在南面疆界山區以北多屬廣大草原 (Steppes) 而形成橫貫裏海 (Trans-Caspian) 彼岸的沙漠區域。此處冬季極冷，夏季極熱。因水源供應充足，或從事灌溉，而形爲農業富庶之區。但在亞洲大部地區則僅居住零星游牧民族與在礦區集結若干本地人民。其次另一地帶自北緯五十五度以北至北極圈 (Arctic Circle) 爲森林地帶。此爲最重要的經濟地帶，橫貫西伯利亞鐵道 (Trans-Siberian Railway) 即經過此區域。森林木材可以供應火車機車的燃料。最後爲苔原 (Tundra) 沿北極海岸擴展爲冗長寒冷冬季與短暫陰暗夏季的區域，經濟價值極少，亦僅有極少數居民，從事於採礦、狩獵或網罟。極地氣候將容後論之。蘇聯與西伯利亞冬季皆漫長而凜冽自西徂東至凡爾霍揚斯克 (Verkhoyansk) 位於北緯六十七度半，東經一三三度半其嚴寒程度漸增。偏北地區最低氣溫記錄，以華氏溫標言，列寧格勒 (Leningrad) 零下三十六度，阿干折 (Archangel) 零下四十九度，巴爾瑙 (Barnaoul) 零下五十五度，艾耐賽伊斯克 (Enseisk) 零下

七十三度，凡爾霍揚斯克零下九十四度，鄂霍次克 (Okhotsk) 零下五十度。此類低溫記錄，皆令人有不寒而慄的印象。在該處呼氣成冰，但因空氣乾燥，令人有神爽之感。在嚴寒時靜寂無風。在堅實而乾燥的雪面反而適於行走，冬季爲適宜旅行的季節。人在平靜空氣中行動雖氣溫在華氏零下六十度仍能十分自如。僅在攀登山坡時略感呼吸困難，但在暴風雪時則氣溫在華氏五度（攝氏零下十五度）時已覺十分困難。在冬季氣候中最大的缺點乃在於須經常衣穿重裘，不易於維持個人整潔與暗淡沉寂。因冬季氣候乾燥，故適合於健康，疾病除天花以外如肺病與其他疫疾皆未之有聞。在天氣性質的清爽令人興奮而嚴寒氣溫消殺人類活動的能力。蘇聯西部及其比鄰國家氣候都清爽而有鼓舞人羣智能與體力活潑的力量，但若地區轉北、向東或南氣候即漸失其優點。蘇聯氣候亦過近於單純，不能與變化的美國氣候相提並論，因而有冷酷寂寞之感。降雪的頻率次數雖多，但降雪總量則屬甚少，尙不足一英尺深度的未經吹積的積雪。在俄國南部與西伯利亞中部曠野處每括起強勁的雪暴風 (Bizzards) 俗稱爲布朗風 (Buran) 而在西伯利亞北部則稱布爾加風 (Poussa)。在此類雪暴風發生時往往掀起乾雪形成白色雪幕，目眩視盲，危及行旅。吹雪作條塊狀，每露出裸地爲寒冷氣流侵入地面的路徑。在冬末冬初爲最惡劣季節。倘以春名之，實屬名實不符。在西南部的三月與在北部的五月，河川中冰塊崩碎順流而下，形成極大冰塞 (Ice-jams)。因主要河川均向北流，而冰塊先溶解於上游，因使河川下游大部地區遭受水災。上游溶解的雪水與下游解凍的土地形成一片沼澤，濘泥不堪行旅。夏季雖短，然熱而多日照，除近北極海沿岸此季多霧而有適當雨量。因此時無霜凍之患，植物繁茂，穀物亦能在最北地區栽種。於夏末歐洲俄羅斯與西部

西伯利亞氣候可人，僅東部西伯利亞則潮濕而多霧，而此為最少健康季節。在此季節河川皆淺而航行困難。十月間冬季驟然蒞臨，秋季似若不見存在。東部西伯利亞沿岸氣候殊令厭惡，冬季雖不如內陸過冷，但常有乾冷而強勁的西北風，在黑龍江流域 (Amur Valley) 尤為顯著。夏季潮濕、多雲、而涼，在北部盛行東南風攜帶霧與細雨，而在黑龍江河流域 (Amur Valley) 則多重雨。間有西風伴晴朗天氣與蚊羣同來。北部庫頁島 (Sakhalin) 有特殊氣候，由於冰海沿岸極冷與北極洋相若，山谷間經常潮濕多為泥炭池沼與馴鹿出沒之所。而在內陸山地高處有近副熱帶氣候。

阿爾卑斯 (Alps) 阿爾卑斯山區與喀爾巴阡 (Carpathians) 與中歐其他山脈，類多為著名假日遊樂冬令活動與療病養息之所。此處可分為山地與山谷氣候區。高山對於氣候的影響容將於後章中論之。在此類山谷中氣候各相殊異。每一山谷各有其氣候。山谷走向不自南而北者，則在同一山谷兩個坡面有顯著氣候上的差別。面北的山坡亦稱山陰 (Ubacs) 因缺少日照 (Sunshine)、氣候拂逆。而在面南山坡統稱山陽 (Adrets) 多有居民，而形為氣候上的綠洲 (Climatic Oasis) 即在南面有寬廣的山坡而在北面與東面為環繞山脈所蔭蔽，山坡在北面與東面皆極寒冷，因有小西伯利亞 (Little Siberias) 的俗稱。阿爾卑斯高地氣候顯著的象徵乃在冬季有充分的日照，而較夏季雲量為少。更高處遊樂養息之所皆建築高於雲層以上，日照並不因日短而減少，且得能媲美於夏季。在聖的斯 (Santis) 峯每日平均日照時數，十二月為四點三，四月為五點七，六月為四點八，八月為五點七。因山頂空氣層較薄日射較弱，且受雪面反射影響，氣溫稍低而身體適感溫暖。高山療養之所因紫外光線豐多，對於健康殊多裨益。在阿

爾卑斯山另一氣候徵象爲焚風 (Föhn) 係溫暖乾燥氣流流向北面山坡當南風吹過山脊。在秋冬間於一年中有四十或五十天每能在深谷中見之。因受焚風影響，於冬季在阿特杜夫 (Aldorf) 冬季氣溫平均高於蘇黎世 (Zürich) 約華氏三度。氣溫於一日之內可高出於華氏四十度。氣溫增高，冰雪驟溶，下游水勢陡漲，每形成水災。且因下沉空氣乾燥異常，亦易引起森林火災，因此在焚風發生期間於若干村落，街路吸煙亦引爲禁律。在焚風發生之初氣壓亦驟然有些微變動，據傳說對於人體的神經亦有影響。在阿爾平 (Alpine) 區域的雨量豐富，水資源的供應都由於夏季冰河與下游雪田中溶化水量所維持。更由於崎嶇地形與無數山間湖沼使在瑞士地區特別適於水力發電，使鐵路、街車、工廠皆仰給於水力電源，甚至農村與家庭工業亦利賴之。

地中海區 (Mediterranean) 地中海氣候區位於庇里牛斯 (Pyrenees) 阿爾卑斯與高加索 (Caucasus) 等山脈之南，而在撒哈拉沙漠 (Sahara Deserts) 與阿拉伯之北，氣候冬季溫和而多雨，夏季酷熱乾燥而冗長，此爲地中海氣候顯著的特徵。西班牙與小亞細亞 (Asia Minor) 形爲大陸氣候型態的過渡區域。大塊陸地面積與崎嶇地勢使在內陸氣候於冬季苦寒而夏季酷暑。在西班牙北部俗有『冬寒九月，夏暑三月』諺語，春季爲最爽適季節，然而氣溫變化，仍屬劇烈。地中海氣候的最優美地區在南部法國、北部與中部意大利與希臘沿岸，以上諸地各月均有適量雨水與夏季亦不炎熱惱人，但在非洲北岸、小亞細亞低地與敘利亞 (Syria) 由六月至八月或九月幾近屬於無雨，且多塵沙。在整個地區雨量變率甚大，長期乾旱與短暫暴雨相間。在歐洲沿岸急驟雷暴降雨量於一日間常達六或八英寸 (約等一五〇

至二〇〇公厘)之多，尤以春季爲甚，但在非洲方面則暴雨的頻率大減。在整個地區少有冗長陰暗天氣與西北歐的持續性降雨，而每在碧空之下，驟見凝雲降雨，但一俟雨霽，日光隨即普照。在埃及沿岸雨量非常稀少，平均在亞力山卓 (Alexandria) 約四英寸，塞得港 (Port Said) 約三英寸，而在開羅 (Cairo) 僅一英寸許。而埃及的繁榮乃純在於尼羅河 (Nile) 的泛濫。在東南歐洲與西南亞洲部份地區則端賴於灌溉。地中海氣候以日照豐富著名。在高山地區以外，僅有甚少地點每年日照時數在二千小時以下，每日平均五小時半，埃及沿海岸超過二千小時，每日平均日照達八小時半。在十二月與一月大部地區亦每日有日照三小時以上，祇以巴爾幹高原 (Balkan Highlands) 與北部意大利多霧爲例外，西班牙與葡萄牙日平均日照約四小時半。在七月與八月在此整個地區每日日照達十小時以上。在地中海區不如西北歐風勢強盛，但地方性風則甚屬重要。於法國南部以密斯脫拉風 (Mistral) 著名。此風爲強勁北風或西北風發生於隆河 (Rhône) 下游，性質極其寒冷而乾燥，每能傷害植物，花園須築高牆或深厚柵籬以阻擋凜冽寒風。在馬賽 (Marseilles) 年平均受寒風頻率達一百十日，大抵在冬季與春季，寒風發動可持續一星期，風勢於下午增強而在晚間消沉，常引進一種暴厲的風暴，俗稱卡法 (Catard) 蓋言人皆厭惡而畏避之誼。在亞得里亞海 (Adriatic) 沿岸有類似地方性風稱爲布拉風 (Bora) 在巴爾幹半島與黑海 (Black Sea) 近接諾夫羅西斯克 (Novorossiisk) 間。此乾燥而寒冷的東北風有強烈陣性，常見於冬季，每在此種強風發動時，可連續數週。在直布羅陀 (Gibraltar) 有一種涼而濕的東風稱爲利凡底風 (Levanter)，風來時常使人生困倦之感，『利凡底』之字誼即指風自東來之意。性質相反

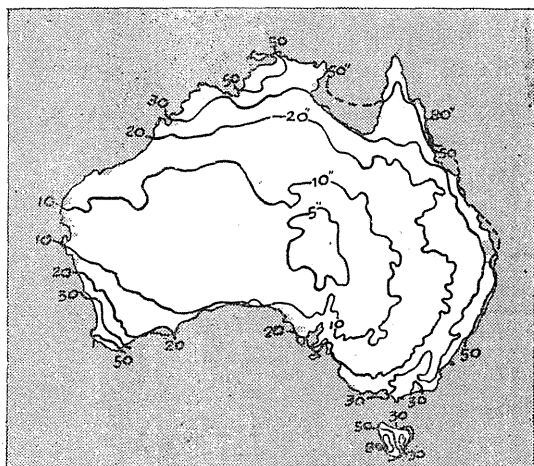
的風有西洛可風 (Scirocco)，乃屬於一種極暖的南風常見於意大利。大體的性質潮濕而鬱悶，雲雨繼之，爲冬季特徵之風。另一種極熱、乾燥而多塵埃的風發生於西西里島 (Sicily) 與南部意大利。風來時氣溫在任何時間可升高達華氏九十五度 (攝氏三十五度) 而其塵沙多來自撒哈拉沙漠，塵沙之多，使天色轉黃，日被隱蔽。因風過分乾燥，足以毀傷植物。常無雨，縱有雨滴，亦屬可數。此種型態的西洛可風能見於任何一個月份中，但以春季爲習常。相似的風發生於西班牙稱爲拉維奇風 (Leveche)，在西非馬得伊拉 (Madeira) 則稱爲賴士德風 (Leste)。在埃及的喀新風 (Khamsin)，亦屬相同，僅其性質屬於分外乾燥，於開羅的相對濕度可低達百分之二，而同時氣溫可高達華氏一〇九度 (攝氏四十三度)。喀新風常驟然伴同沙暴 (Sandstorm) 齊來，風速達每時二十五英里 (每秒十六公尺)。常發生於三、四與五月間。此挾沙而酷熱的暴風達其最強盛程度時卽爲在阿爾及利亞 (Algeria) 沙漠中與敘利亞及阿拉伯可怖的西蒙風 (Simoom)。但在地中海西岸與島嶼則享受非常愉快的冬天而爲冬季休閑養息最佳的處所。在春季於歐洲或亞洲地中海沿岸均屬鬼點多變，氣溫突降，尤以在巴勒斯坦 (Palestine)，每使人有分外春寒之苦。冗長酷熱而延伸入於秋令的夏季實不適合於人羣的努力，因而地中海爲『午睡之家』(Home of the Siesta)，而且以西班牙與葡萄牙除外，在摩洛哥 (Morocco) 與西部利維拉 (Riviera) 每多瘧疾。因是地中海國家在工業發達上不能媲美於歐洲北部國家，實由於其人民可以終年竟日勤勞而不受困於夏季氣候環境的控制。

伊拉克 (Iraq) 卽美索不達米亞 (Mesopotamia) 與伊朗 (Iran) 卽波斯 (Persia) 地中海型氣候

以冬季降雨，夏季酷熱乾旱向東伸展橫過西南亞洲而至其極端。冬季雨量不多，大致僅足生長牧草。在灌溉之區，如在伊拉克底格里斯河 (Tigris) 與幼發拉底河 (Euphrates) 兩岸在適宜時日可種豐多穀物。兩河在春季水位最高，因山頂積雪溶解而下，在經過無雨的夏季以後，兩河水量乃落到最低的階段。在內陸低地冬季爲愉快的季節與夏季則因苦熱與乾旱，令人不能忍受。另一方面在波斯灣則以濕熱昭著。在夜間空氣濕度奇大，任何物體均受浸濕，衣物書籍皆發生霉腐，而每在日間曝曬日光之下去除水氣。夜間既不能安枕，而日間又易於中暑。伊朗內陸形成一副熱帶高原，乾燥而冬季酷寒，池沼河川凍結，無春季或秋季；夏季極熱而乾燥，但夜間則較涼爽。在五干至六千英尺高處於夏季感覺並不過熱，然而露頭於日下稍久即覺頭痛，甚而中暑。因此行旅均在夜間或曦晨。伊朗的細艾斯坦省 (Province of Seistan) 以風著名。在冬季真實雪暴風起，最大風速可達每時一百二十英里 (每秒五十四公尺)。於五月與六月初有一段休止時期 (Respite) 而後『大風一百二十天』的風季開始，風發自西北，風速常達每時七十英里 (每秒三十一公尺)，而挾帶大量塵沙。大風吹去蠅羣，因得免於疫疾發生。風力發動風車，使汲起地下水源，流入灌溉溝渠，以利農田。

澳洲 (Australia) 與紐西蘭 (New Zealand) 澳洲與紐西蘭均在南半球範圍。澳洲雖伸展至低緯度但其大都人口稠密地區均屬於溫帶氣候性質。紐西蘭位於南緯三十四度至四十七度間。其主要島嶼適於副熱帶高氣壓脊之北，而在強勁的西風帶上。澳洲北部海岸以達爾文 (Darwin) 爲例，有熱帶季風氣候直伸展至昆士蘭 (Queensland) 之東岸遠及布利士班 (Brisbane)。若盆地的內陸爲酷熱而乾燥與

大部沙漠。年雨量在愛麗斯泉 (Alice Springs) 僅十一英寸，且甚不規則。南岸自伯斯 (Perth) 至阿得雷德 (Adelaide) 有地中海型氣候，夏季甚熱而乾燥，冬季平均多雨。在內陸雖於冬季蒼蠅爲一大障礙，於夏季更不堪其擾。新南威爾斯 (New South Wales) 與維多利亞 (Victoria) 爲明確的暖溫帶氣候，雪梨 (Sydney) 於全年有相當大雨，年雨量約近五十英寸，於夏季雨量多由於雷暴雨，且常有雹，於內陸夏季降落雹粒大如鷄卵。於南與東南岸恆受內陸吹來熱風，俗稱『布立克非德風』 (Brickfielders) 影響，每一夏季有二、四次，因乾燥酷熱毀傷植物。雪梨受藍山 (Blue Mts.) 的障護，但墨爾本 (Melbourne) 曾經有連續六日最高氣溫超過於華氏一百度 (攝氏三十八度) 的經驗。塔斯馬尼亞 (Tasmania) 氣候與英國南部沿海區氣候極相類似，有季節的差別。維多利亞亦屬相若，但較爲暖，不知有霜。塔斯馬尼亞與維多利亞在澳洲氣候中皆甚富有激發性。澳洲氣候亦多風暴。著名的熱帶風暴稱爲威烈威烈風 (Willy-Willies)，發生於西北海岸而見於十一月底與四月底間，有強烈陣性，風速可超過每時一百英里 (每秒四十五公尺)。在其東岸，熱帶風暴於夏末與秋季亦近接昆士蘭沿岸，其路徑多向海面。於此熱帶風暴襲擊陸地時，將形成極大災害，可能由於強勁風力的破壞，與由於豪雨帶來的水災。在克魯韓漢斯 (Crahamurst) 降雨紀錄中有一日間降雨量達三十五英寸而在四日中降雨量達七十七英寸。龍捲風於北部及東部偶一見之，但情勢尚不嚴重，一八八九年一月雪梨曾發生龍捲風型雷雨。著名的風暴稱爲『南勃斯特風暴』 (Southly Bursters) 主要的每發生於春末與夏季，其威力最強達於新南威爾斯沿岸。此外尚有強烈的線颶 (Squalls) 過境，風向往往有驟然的轉變自北而南，氣溫頓



附圖五十七 澳洲年平均雨量分佈

降。在維多利亞風暴於山間在一日中降落雨量可在十英寸或以上，使在大令河 (Darling R.) 中每形成嚴重的水災。澳洲主要的困擾為降雨量的缺少與不可信賴。在中部與南部地區年雨量小於十英寸，但在乾燥地區蒸發量旺盛每年蒸發量達一百英寸。在此等地區短時間內的暴雨，實無大補益。於乾旱季節，較小河川枯竭，池沼轉為泥潭或鹽盆，因此灌溉亦難實施，倘在深鑽井附近而有充分的水源供應始能以言灌溉。然而地下水源供應亦因有限而已旋露耗竭的象徵。現在雖地下水井數量增多而穀物生產總量轉小於當初含水層封塞時期。在此類邊緣地區的農業，頗足以資煩慮。茲選擇澳洲若干代表性地點的年雨量以資參考如下表：

澳洲各地年雨量的分佈可參看附圖五十七。更可一覽而明瞭其概況。澳洲氣候因降雨日數甚少適合於戶外工作。全境除北部及東部沿海岸以外，雨量均屬過分鮮少與不恆定以適應大規模農業，因之以牧畜為主要工業。在東南沿岸地區以外，夏季氣候均嫌過熱對於白人勞工皆不相宜。

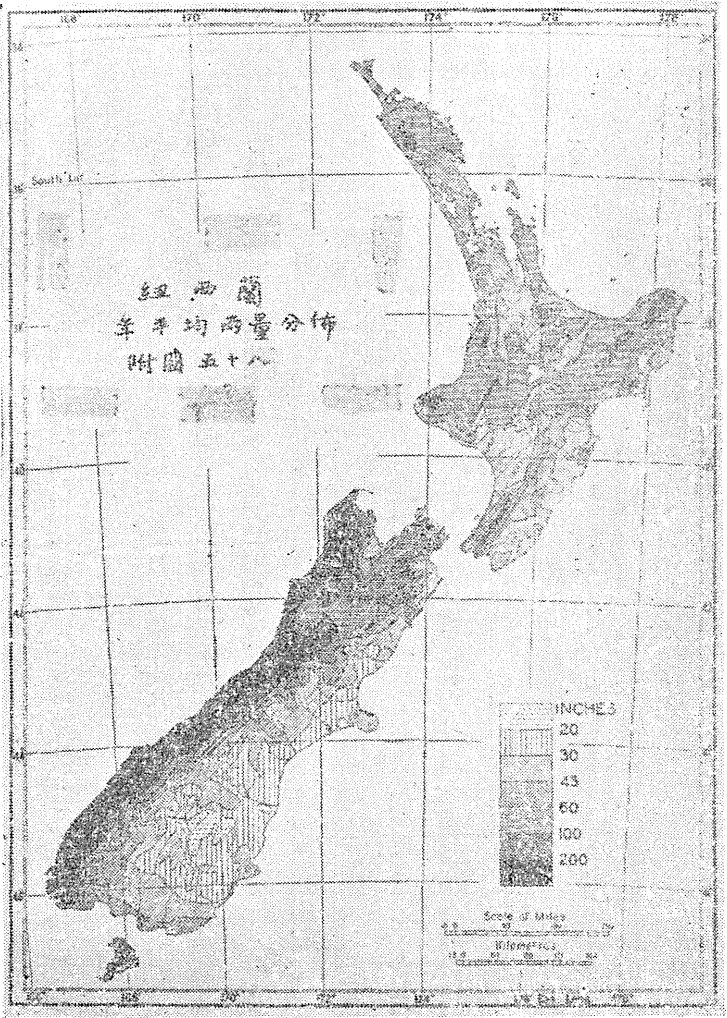
地名	緯度(南) (度分)	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
昆士蘭 (Queensland)													
週四日島 Thursday Is.	10 30	12.4	16.2	13.8	8.0	1.7	0.5	0.5	0.1	0.1	0.3	1.4	4.4
庫克鎮 Cooktown	15 26	14.4	13.8	15.3	8.9	2.9	2.0	1.0	1.1	0.6	1.0	2.5	6.6
洛坎普頓 Rockhampton	22 20	7.7	7.7	4.3	2.3	1.6	2.6	1.6	0.8	1.3	1.8	2.4	4.8
新南威爾斯 (New-South Wales)													
雪梨 Sydney	33 31	3.6	4.2	4.9	5.5	5.0	4.8	4.8	2.9	2.9	2.8	2.8	3.0
坎培拉 Canberra	35 10	1.8	1.7	2.2	1.6	2.0	2.1	1.9	2.1	1.7	2.1	2.0	2.1
維多利亞 (Victoria)													
墨爾本 Melbourne	37 47	1.9	1.7	2.2	2.3	2.1	2.1	1.9	1.9	2.3	2.7	2.3	2.3
塔斯馬尼亞 (Tasmania)													
荷巴特 Hobart	43 33	1.9	1.5	1.7	1.8	1.9	2.2	2.2	1.9	2.1	2.2	2.5	2.0
北領土 (Northern Territory)													
達爾文 Darwin	12 36	15.8	13.9	9.2	4.2	0.7	0.2	0.1	0.1	0.5	2.2	4.2	10.4
南澳大利亞 (South Australia)													
愛麗斯泉 Alice Springs	23 36	1.8	1.7	1.2	0.6	0.7	0.6	0.4	0.4	0.4	0.7	1.0	1.3
阿德雷德 Adelaide	34 55	0.7	0.7	1.0	1.7	2.7	3.1	2.6	2.4	2.1	1.7	1.1	1.0

西澳大利亞 (West Australia)																				
布隆	Broome	1月	10	6.2	6.1	3.8	1.4	0.6	1.0	0.11	0.11	0.1	0.0	0.2	3.2					
喀那芬	Carnarvon	2月	10	0.3	0.9	0.5	0.6	1.5	2.8	1.2	0.2	0.3	0.1	0.0	0.1					
伯斯	Perth	3月	10	0.3	0.5	0.2	1.6	4.9	6.9	6.5	5.2	3.3	2.1	0.2	0.2					
奧巴尼	Albany	3月	11	0.9	0.9	1.6	2.8	5.0	5.5	5.7	5.3	4.1	3.2	1.4	1.1					

紐西蘭位置於澳洲更南緯度，為二狹長島嶼。西去澳洲約一千英里，而南去南極洲約一千四百英里。紐西蘭主要氣候影響的因素無他：一為四周廣濶的海洋，另一為其地理的形態。紐西蘭於夏季暖氣團均由澳洲內陸而來，而冷氣團則從南極洲而來。氣團源地均須歷經海上長程，飽受水面蒸發，因此都失去其極端性質。低氣壓發生頻率亦高而活躍，平均降雨量亦多。山脈自西南橫斜東北，盛行西風受其障阻，其影響於氣候東西方向甚於南北方向。紐西蘭四周環海無有距離在八十英里以上處所，因此氣候屬於純海洋性。但在南島內陸山脈以東亦有顯著大陸性質氣候。北島氣候屬於暖溫帶，降雨量平均而多雨。南島西岸亦屬均勻多雨，比較英格蘭西部高地更濕，其東岸雖稱乾燥，但亦無極端氣候。紐西蘭氣候多風暴，使人有興奮性而適於建設工作。全年盛行西風，風力有自北而南增強趨勢。沃太哥 (Otago) 與坎特布里 (Canterbury) 一帶大風均發生於春末與夏季。沿海岸地帶二十英里以內普遍受海陸風的影響。

紐西蘭各地雨量分佈主要受地形的控制，最大雨量每見在曝曬於西風與西北風的山脈坡面。其平均

年雨量分佈可參看附圖五十八。南島中以中沃太哥 (Central Otago) 山區雨量最少處十三英寸至南阿



爾卑斯 (Southern Alps) 山頂一帶年雨量超過三百英寸。全國各地平均雨量甚高，但大部份地區平均雨量在二十五至六十英寸之間。在北島最乾燥地區爲和克灣 (Hawke's Bay) 威拉拉巴 (Wairarapa) 與馬納瓦多 (Manawatu) 年雨量平均亦在三十至四十英寸。北島年平均兩日數有一百五十日，僅有少數地方在一百二十五日。南島年平均兩日數約一百日。但在司徒華島 (Stewart Is.) 與費屋特命 (Fiordland) 年兩日數竟超過二百天。最高日雨量紀錄爲二十二英寸，發生於密耳福海峽 (Milford Sound)，該處年雨量達二百五十英寸。相反的在馬納瓦多區，與沃太哥與南地 (Southland) 等處日雨量達三英寸者則屬罕有。雷雨頻率於一年中在北部與西部約十五至二十日。但在山脈之東，不過四五日而已。在西南部降雹次數年有二十天之多。極端氣溫最高在紐西蘭的阿士栢頓 (Ashburton) 爲華氏一〇一度 (攝氏三十八度)，而最低在奧非 (Ophir) 爲華氏零下三度 (攝氏零下十九度)。在紐西蘭北島中央高地雪線約爲八千英尺，而在南島一年中降雪日數僅數日而已。紐西蘭各地日照時數頗多。大部份地區日照時數年達二千小時。在康柏爾 (Campbell Is.) 島南四百英里日照時數最少亦年達六百五十小時，蓋顯示北島在冬季雲量增多，而在南島的季節變易甚少。

附表三十五 紐西蘭各地年平均月雨量（一九二一年至五〇年單位—英寸）

地名	中文		月												
	西	文	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	全年
提伯基、提哈浦	Tepaki, Te Hapua		三·三	三·六	三·三	五·六	六·五	七·二	七·三	五·六	四·五	三·八	三·〇	三·一	英·八
奧克蘭	Auckland		三·三	四·一	二·八	四·三	四·八	五·五	五·五	四·三	三·八	四·二	三·二	三·一	四·九
陶藍加機場	Tauranga		三·五	三·五	三·八	五·〇	四·九	五·六	五·〇	四·八	三·八	四·六	三·三	三·四	五·二
魯庫拉、漢米敦	Ruakura, Hamilton		三·三	三·二	二·九	四·〇	四·三	四·九	四·六	四·一	三·七	四·三	三·七	二·九	四·九
羅托魯	Rotorua		四·四	三·九	三·四	四·六	五·五	五·五	四·六	四·八	四·四	四·九	三·九	三·八	五·七
吉斯本機場	Gisborne Airport		二·八	三·二	三·〇	三·四	五·〇	三·九	四·九	三·九	二·九	二·六	二·二	二·〇	三·八
章卡雷莫那湖	Lake Waikaremoana		六·二	六·一	六·〇	六·七	八·六	七·三	七·七	七·〇	六·〇	五·四	五·二	四·七	七·九
新普利茅斯	New Plymouth		四·中	四·一	三·中	五·〇	五·三	六·四	六·二	五·九	四·八	五·八	四·五	四·八	六·二
納皮爾	Napier		二·六	二·八	二·二	二·七	三·八	三·一	三·五	二·八	一·九	一·九	一·九	二·〇	三·三
汪加奴	Wanganui		二·中	三·〇	二·二	二·八	三·一	三·四	三·二	三·〇	二·五	三·二	二·七	二·九	三·四
北帕麥斯頓	Palmerston North		三·〇	三·〇	二·四	三·三	三·五	三·九	三·一	三·五	二·九	三·八	三·三	三·三	三·〇
馬斯特頓	Masterton		二·五	二·中	二·二	二·七	四·一	四·〇	三·九	四·二	三·一	三·一	二·六	二·九	三·〇
威靈頓	Wellington (Kelburn)		二·八	三·五	三·〇	三·六	四·五	四·六	四·九	五·一	三·七	四·六	三·一	四·一	四·七
納爾遜機場	Nelson Airport		二·中	二·三	二·六	三·〇	三·四	三·一	二·九	三·六	二·九	三·六	二·七	三·一	三·九

布倫亨	Blenheim	二·〇	一·九	一·六	一·九	二·六	二·三	二·四	二·五	二·四	二·五	一·八	一·九	二·六
漢滿爾	Hanmer	三·五	三·七	三·三	三·四	四·八	三·五	三·七	四·〇	四·〇	四·三	三·三	三·八	四·三
荷奇提卡	Hokitika	九·八	八·六	八·四	八·八	九·〇	八·〇	八·三	九·三	八·三	一〇·九	九·五	九·九	一〇·八
柯立奇湖	Lake Coleridge	二·六	二·四	二·一	二·八	二·八	二·六	三·一	三·一	三·一	三·二	二·四	二·八	三·〇
基督教堂	Christchurch	二·二	一·八	一·七	一·八	三·〇	二·七	二·四	二·三	二·〇	二·〇	二·〇	二·四	二·三
提馬魯	Timaru	二·五	二·五	一·八	一·八	一·七	一·六	一·五	一·四	一·八	二·一	一·九	二·九	三·五
密耳福海峽	Milford Sound	二·五	三·一	三·三	二·八	二·六	一·四·九	一·四·七	一·七·三	一·九·八	二·六·〇	二·三·一	三·三·四	二·五·三
昆士鎮	Queenstown	三·二	二·五	三·〇	二·九	二·六	二·二	二·二	二·五	二·六	三·〇	二·五	二·四	三·六
亞力山竹	Alexandra	一·八	一·五	一·二	一·三	〇·六	〇·八	〇·七	〇·六	〇·八	一·三	一·一	一·三	三·一
丹尼丁	Dunedin (Musshellburgh)	二·八	二·五	二·五	二·五	二·六	二·九	二·五	二·三	二·三	二·五	二·八	二·九	三·〇
印威略吉機場	Invercargill Airport	三·六	三·八	四·三	三·八	三·九	三·九	二·八	三·〇	三·三	三·四	三·六	三·六	四·一

第十章 美國溫帶氣候

美國與阿拉斯加及加拿大溫帶地區 加拿大與美國地域主要的均位於溫帶西風區，但加拿大與阿拉斯加一部份地區伸展入於真實的北極區 (Arctic Regions) 而南部美國墨西哥灣地區則插入於副熱帶東風區。北美洲與歐亞大陸 (Eurasia) 相似同為大塊陸地，而於內陸與東部有高度大陸性氣候，僅在北美洲山脈走向南北，以替代歐亞大陸山脈的東西走向。在歐亞大陸西風隨帶大西洋影響深入內陸，有時能橫過歐洲而至西伯利亞。在北美洲主要山脈系統偏處西部而阻擋自太平洋方面而來西風的入侵。在北美洲整個大陸南風與北風則暢行自如。於冬季北美無類似西伯利亞半恆定性的高氣壓的存在，大陸大部份天氣受制於一連串的低氣壓活動與自西至東的高氣壓系統。在每個低氣壓前哨多屬南風，而墨西哥灣暖氣團的影響可以輸送至極北地區。在風暴或低氣壓的後方則受西北風影響，此冷氣團影響亦能南推至墨西哥灣的佛羅立達 (Florida) 省，甚至更深入於墨西哥與中美地區。在加立福尼亞州太平洋沿岸與落磯山脈 (Rockies) 及美國西南沿海岸間大盆地，天氣比較屬於穩定。由於冬季無恆定性高氣壓內陸不致常遭受如西伯利亞的嚴重寒潮，而在整個東部與中部北美轉替以強盛冷暖空氣的交換，概括冬季特徵性的寒潮 (Cold Waves) 與夏季的熱浪 (Heat Waves)。在美國氣象局對於所稱寒潮的定義須於二十四小時內氣溫下降華氏二十四度，於南部或西南部氣溫下降華氏十六至十八度。在北部內陸到達氣溫限值華氏零度，而在南部及西南部限溫 (Limiting Temperature) 為華氏三十二度，但在事實氣溫

下降的最低紀錄可能更低於限溫標準。在寒潮伴隨強風發動時地面推起鬆散的積雪所謂雪暴風 (Blizzards)。除在大西洋與太平洋沿岸於冬季常至少有一個月積雪的積雪下推至北緯二十七度。冬季因氣溫過低，使戶外工作均已停止，僅伐木工作今在進行，但因積雪埋徑，亦無法運輸。於夏季酷熱而濡濕的氣流自墨西哥灣吹來，使鬱悶而不舒爽的天氣，携至北方地區。在美國南部因夏季每日下午濕熱，使主要製



附圖五十九 北美洲年平均雨量分佈

造廠區在南部熱帶與北部間工廠工作甚不經濟。在北緯四十八度以北則交通運輸又常被積雪與凍結河道所封鎖。在北美大部高度多變氣候的因子產生若干饒益意味的結果。因氣候的影響使大陸北部的人民多勤奮而有活力。若干理論對於美國工商事業與盛與天氣的關係無疑的類多歸於天氣的變率 (Variability of Weather)。自北美東岸聖羅倫斯至墨西哥灣自北至南，其平均氣溫的增高比較其間的距離超過於世界任何處地方。南北交通方便，溫帶與熱帶產物暢流。人羣的旅遊頻繁，棲息隨季節變換，冬往南而夏至北

。大體而言，北美洲以太平洋沿岸北緯四十二度以北與大湖區及聖羅倫斯河下游之外，爲多日照的大陸。陣性降雨日數比較西歐爲少。北美洲年平均雨量分佈，可參看附圖五十九，除在沙漠地區之外，多雨與少雨地區雨量相差達五倍以上。美國大部地區平均降雨日數在八十至一百二十日之間。但在大湖區約爲一百七十日而在北太平洋沿岸爲一百八十日。雷雨常甚猛烈，下注豐盛雨量，且時有颶，其最強烈的轉形爲龍捲風 (Tornadoes)。雷雨中有時降雹 (Hail) 雹粒大者可如鷄卵，或更有大者，足以形成嚴重災害。在斜陽 (Cheyenne)、懷俄明 (Wyoming) 等處，破壞性的雹暴尤爲常見。在西部平原與沙漠中多爲乾雷暴，颶風掀起塵暴以替暴雨。在此類雷暴中，鐵線籬牆必先注意於防範而作適當措施，否則即易於導致閃擊。冬季天氣逐年變化甚大。在大西洋與墨西哥灣沿岸冬季氣溫可能達華氏八至十度高於或低於其月準平均氣溫標準。在太平洋沿岸與西南地區其氣溫較差僅及大西洋沿岸之半有強。在歐洲西北部風暴與反氣旋的活動似乎有周期性的存在，但在北美洲氣候中尙未見及。在北美天氣變化來復 (Reurrences) 的現象或更有待於深入的研究。一般俗諺傳說在一月最後一週天氣每常轉暖，通稱『正月解凍期』 (January Thaw)，而至二月的第一週又轉爲回冷時期。此時期空氣平靜，晴爽、乾燥、溫和而有霾，但常繼之初次嚴霜，而持續數日。其發生頻率則甚不規則。北美洲各地氣候變化的繁多，因適應於各種農作物與森林的繁植。在大平原 (Great Plains) 可培植森林，又如在聖羅倫斯河系可供應大量水力資源，又在缺乏水資源的處所，可得到風力資源的協助。因氣候變化的環境而人民得到高度生產、高度消費與高度生活。

北美洲除去墨西哥與北極帶自北部阿拉斯加至拉布拉多，以氣候觀點立論，可分下列七個區域：

(一) 新斯科蒂亞 (Nova Scotia)、新伯倫瑞克 (New Brunswick) 與紐芬蘭 (Newfoundland)。

(二) 原屬森林地區自西經一百度伸展至大西洋沿岸，但以加拿大沿海區域與魁北克 (Quebec) 之東除外。

(三) 墨西哥灣諸省概括佛羅立達 (Florida)、路易西安那 (Louisiana)、喬治亞 (Georgia) 南半部、阿拉巴馬 (Alabama) 與密士失必 (Mississippi) 與德克薩斯東南部。

(四) 大平原區自西經一百度至落磯山脈間為雨量缺乏地區。

(五) 北部高原自阿拉斯拉內陸至北緯四十二度。

(六) 南部高原與大盆地 (Great Basin)。

(七) 太平洋沿岸坡地 (Pacific Slopes)。

新斯科蒂亞、新伯倫瑞克與紐芬蘭 加拿大東端各省與紐芬蘭有殊令人覺冷漠之感的氣候冬季寒而濕潤，夏季涼而多霧，降雨量大而全年分佈均勻。最大降雨量見於晚秋與冬季。紐芬蘭沿岸在春季常為冰塊所凍結。於一、二月間平均氣溫約在華氏二十二度至七月間氣溫約在華氏六十至六十五度，全年平均為華氏四十二度。氣候不宜於農作，主要工業為林業與漁業。沿海岸地區多有風暴。於深夏與早秋西印度羣島颶風由美國沿海岸而北可能侵襲及於新斯科蒂亞。一八七三年八月風暴造成極大災害，沉船一二三艘，淹沒二百人。在冬季以外，其他季節，中緯度的低氣壓自加拿大其他各地與美國有滙集於

斯區的傾向，雖風暴的威勢不能與颶風相與比擬，但其發生的頻率則遠為頻繁。

北美洲東部地區 此區幅員廣濶，自西經一百度至於大西洋沿岸與北緯三十三度至五十五度，概括加拿大的蒙特利爾 (Montreal)、渥太瓦 (Ottawa)、魁北克 (Quebec)、托倫多 (Toronto) 與溫尼伯 (Winnipeg) 等處及美國波士登 (Boston)、芝加哥 (Chicago)、紐約 (New York)、費城 (Philadelphia)、與聖路易 (St. Louis) 等城。此區氣候變化極端，天氣多有劇變，全年氣溫較差亦大。氣溫分佈自北至南急升而其月變化則較緩漸。

附表三十六 北美東部平均氣溫分佈的大勢 (溫度單位—華氏)

地 區 範 圍	一月	七月	全年	較差
加拿大 (北緯四十五至五十三度)	八	六八	四〇	六〇
美 國 (北緯四十五至四十八度)	十二	六六	四〇	五四
(北緯 四十 至四十五度)	二二	七三	五〇	五〇
(北緯三十三至 四十度)	三六	七九	六〇	四三
倫敦 (北緯五十一度半) (比較)	四一	六三	五〇	二二

由上表觀察，此區全年氣溫較差與倫敦相互比較，幾高出於一倍以上。顯示此區氣候屬於大陸性，非常顯著，雖在大西洋沿岸仍未能沾有海洋性氣候的福澤，因其盛行風向均自大陸吹向海上。大湖區域

受湖泊調節氣候的影響乃轉比較大西洋沿岸爲優美。托倫多城冬季氣溫寒冷遠優於西部內陸溫尼伯城寒冷的情况。在大湖地區岬角處皆有非常優美的氣候。因湖澤調和氣溫使晚霜延遲，乃使此類地區以栽植菓木與烟草著名於各處。空曠平原，風來無所障阻，風勢亦多清和，平均風速在每時八至十英里。芝加哥爲著名的風城，聖羅倫斯河谷與大西洋沿岸顯露部份風速超過每時十二英里（約每秒五點四公尺）。北美東部雨量充足，全年分佈亦屬均勻，但雨量向西漸減。在沿海岸約四十至五十英寸至西經一百度處僅二十英寸而已，而雨量多降落於夏季中。在北緯三十七度以北，冬季雨量多屬雨雪。於聖羅倫斯東南與蘇必略湖（Lake Superior）以南積雪厚度超過八英尺，而於新英格蘭與此區北部積雪可厚二、三英尺。嚴重雪暴每足以障礙交通。一八八八年三月十一至十四日於三日間積雪達三英尺以上，但受狂風吹起而堆積吹雪厚度深達四十英尺。一八九九年二月十一至十四日新澤西州（New Jersey）南部積雪深度達四十四英寸。一九三四年二月十九至二十日康乃狄格（Connecticut）因寒潮頻臨，有二英尺厚度濕雪凍結於通衢路面與鐵道路軌。同年冬季雪暴在緬因州（Maine）東部降雪厚度達八英尺，而於聖羅倫斯灣南岸積雪厚達十五英尺。在此區北部冰暴（Ice Storms）如雨淞之類災害每亦嚴重。一九二一年十一月於麻薩諸賽州吹東北風挾帶凍雨（Freezing Rain）而來者有三日。電話線衣冰厚度至二英寸，而電線桿柱折斷達數百株，通信及電源受阻達數日之久。一九二二年二月二十一日的水暴損害的情形更甚於往昔。於此地區冬季天氣的特徵即嚴酷的寒潮與溫暖時期相互更替。當寒潮來臨隨同強風齊發捲起地面積雪而形爲雪暴風（Bizzards）。氣溫於二十四小時內可低降華氏三十至四十度。此種天氣足以奮

激健康人羣的情緒，但由於外界空氣的極端冷濕而在室內空氣的熱燥，每易於招致呼吸官能的疾病。此種天氣盛行於冬末春初。在美國東部平均每年有嚴酷的寒潮約三或四次。春季爲天氣極不穩定的季節，異常溫暖的時期與寒潮及嚴霜交替而至。在紐約二月氣溫較差可自華氏八十度至三度，而在四月極端氣溫可自華氏九十一度至十二度。於聖羅倫斯與大湖下游，此季常屬多霧。於北部內地春季短促，四月已屬春盡。於沃亥俄河與密士失必河下游，在一月至五月間每發生惡劣的水災。沃亥俄河由於河谷窄狹，而坡度傾陡，每於其上游亞利加尼山脈 (Alleghenies) 中暴雨發生時甚易於招致水災。水災釀成的原因另一方面由於豪雨降落於冰凍或木材阻塞的土壤。一九三六年三月匹茲堡 (Pittsburgh) 水災由於強盛的豪雨與溫暖的氣流將新格蘭山區深厚的積雪與凍結的土地使失去吸收水分的效應而形成災害爲一次特殊的例證。一八八九年五月與六月間賓夕法尼亞 (Pennsylvania) 州的約翰鎮 (Johnstown) 曾發生嚴重水災於三十一小時內降雨九點八英寸。由洪水壓力堤防崩潰，約有九千人遭逢沒頂慘劇。於近年的災害，在一九三七年一月至二月間肯塔基 (Kentucky) 水災在沃亥俄河中水位高出於準常洪水位達二十九英尺。此次降雨中日雨量並不過分出超，但因雨區廣大而降雨持久，遂致形成水患。

夏季常爲平靜而極熱季節。其主要夏季氣候特徵，尤其在東部與大湖區域爲高溫與高濕，每屬使人倦疲。熱浪發生時常有微弱南風而天氣晴朗，於是氣溫逐日增高，而轉極熱。因高濕關係使周日氣溫較差甚小，因此熱浪來時夜間分外感覺不適。痢疾 (Diarrhoea) 每易於發生，尤以兒童爲甚。因中暑而死亡者亦偶有之。此種熱浪於密士失必河流域每常見之，甚至可向北推及蒙特利爾與魁北克等處。在極熱

之日於大西洋沿岸數英里地區往往得海風的調節，在大湖沿岸亦得湖風拂暑，僅其規模小於海風而已。於緬因河沿岸於夏季多霧，使消暑假日爲之遜色。在整個內陸夏季爲雨季，大部份雨量均由強烈雷雨產生。常有颶風，可能造成若干損害，而有時報告爲龍捲現象。夏季除多大雨以外，且多日照，因降雨強度大而時間短暫，而無損於日照也。

於此區的西部與中部地區有時發生嚴重旱災 (Severe Droughts) 例如一九三〇年乾旱與再見於一九三四年。土壤乾燥，因風吹起而化爲大塊的塵雲，席捲以至遠處。雨量的缺少爲三、四十年間所僅見。其乾旱缺水情況更由於人口的增加與地下水的過份利用，使乾旱情況增加其嚴重性的後果。於夏末與秋季，西印度羣島附近的颶風有時沿海岸而北上挾帶大風與驟雨俱至，每形成美國東部災害的水患。一九一六年七月因爲阿帕拉契山脈 (Appalachians) 南部大雨而造成水災，一九二七年十一月新英格蘭與紐約水災當時佛蒙特 (Vermont) 於二十四小時內降雨達八點八英寸，又一九三五年七月紐約水災於一日之內降雨達九英寸。一九二七年水災佛蒙特州的蒙培利 (Montpelier) 城市區積水八至十英尺與白河 (White River) 匯接康乃狄格 (Connecticut) 處於二十四小時間水位升高二十九英尺。一般情形，夏季水災比較冬季與春季，其嚴重性稍減。雖降雨雨勢爲較狂暴，然因多屬於地方性，且土壤比較乾燥，植物每能使地面逕流 (Run-off) 減小。西印度羣島颶風常帶嚴重狂風至大西洋沿岸風速可達每時七十五至九十英里 (相等於每秒三十三點五至四十公尺)。最重災害的颶風以在一九三八年九月二十一日侵襲長島與新英格蘭南部居民密集的沿岸，損失尤見慘重。於房屋、樹木、電力線、公路與船隻損失估

計在二億五千萬至三億三千萬美元，而死亡人數達六百人。麻省藍山氣象台記載於五分鐘平均風速達每時一百二十一英里（每秒五四點一公尺），而瞬間最高風速達每時一八六英里（每秒八三點一公尺）。

墨西哥灣沿岸各州 佛羅立達 (Florida)、路易西安那 (Louisiana)、德克薩斯州東南部，與密士失必、阿拉巴馬，與喬治亞等州南半部形成美國東方南部伸展一部份。由於墨西哥灣暖流的影響，氣溫甚高，尤以冬季爲然。天氣變化較少而不劇烈，雨量豐多。華德 (R. de C. Ward) 先生以年平均氣溫華氏六十五度（攝氏十八點三度）等溫線爲北面界域。此區域平均氣溫，一月爲華氏五十一度（攝氏一〇點六度）。七月爲八十二度（攝氏二七點八度），年平均爲華氏七十度（攝氏二一點一度），較差爲華氏三十一度。此區域主要爲農業，產棉、烟草與菓物及早期菜蔬以供應北部市場，在工業方面爲烟草加工。於此南部地區大致冬季溫和，然而寒潮有時仍能侵入墨西哥灣沿岸，使殺霜仍能見於德克薩斯州的加耳維斯敦 (Galveston)，但在極南端的佛羅立達庶幾可免於凝霜的困擾。在半島南端的基維斯頓 (Key West) 則純屬於熱帶氣候。自北而南各地最低氣溫的紀錄北卡羅來納 (N. Carolina) 州的維明頓 (Wilmington)（北緯三十四度）爲華氏五度（攝氏零下十五度）；查里斯敦 (Charleston)（北緯三十三度）爲華氏七度（攝氏零下十四度）；新奧爾良 (New Orleans)（北緯三十度）爲華氏七度；傑克遜維 (Jacksonville, Fla.)（北緯三十度）爲華氏十度（攝氏零下十二度）；坦帕 (Tampa, Fla.)（北緯二十八度）爲華氏十九度（攝氏零下七度）；基維斯（北緯二十四度半）爲華氏四十一度（攝氏五度）。佛羅立達大陸與基維斯間雖以海洋一水之隔，其影響於最低氣溫至形顯著。降雪於東岸

在北部與中南佛羅立達州與在西部大部份德克薩斯州均能見之，僅不及於其更南地區。一九二九年十二月一次大雪暴侵入於德克薩斯州使道路交通爲之癱瘓。當時在希爾斯波羅 (Hillsboro) (北緯三十二度) 積雪厚達二英尺，即在沿海岸地區亦有二英寸。在內陸地區於北緯三十度以北則降雪爲極平凡的現象。

春季於沃亥俄河與密士失必河上游水災有時能擴展以至甚下游新奧爾良地區。一九二七年四月水災爲一顯著例證。於密士失必河整個流域有連續暴雨使水位高漲，堤岸潰裂多處，至少有二八、五七三平方英里土地爲水浸沒，損失估計達二億八千四百萬美元。因防洪警報體系的健全，此次水災尙無多生命損失。在四月十日至十四日間於連續雷雨中，且曾經有十八次以上龍捲風的紀錄。夏季爲多雨季節，且冗長而濕熱。年雨量約五十至六十英寸，大部份屬於嚴重雷雨。夏季在德克薩斯沿岸比較路易西安那州爲更炎熱而乾燥，而最高雨量發生的時間延遲至於秋季。沿岸平均風速微小，約在蒲氏風級三級，每小時八至十英里。而在整個墨西哥灣區於秋季屬於颶風活動範圍，而其情況亦比較更北地方爲嚴重。颶風移動方向自東或東南約於北緯二十五度而常轉北向至大西洋沿岸或在海上稍遠地方以進至新斯科蒂亞。然而亦有若干颶風侵入於墨西哥灣而襲擊德克薩斯沿海岸或轉向北循中央河谷挾暴雨而上陸。一九〇〇年九月一日至十二日墨西哥灣沿岸加耳維斯登遭遇在美國歷史上破壞性最強的颶風。風速強烈至每時一百英里，汲起海浪高達十五至二十英尺，整個島嶼加耳維斯登城淪爲巨浸。近半數房屋塌毀，財產損失達三千萬美元，死亡人數達六千人。一九〇九年九月二十日颶風襲擊路易西安那風暴洪水波浪淹沒新

奧爾良，亦造成極大生命與財產上的損失。一九一五年九月二十九日颶風來襲，狂風風速高達每時一百四十英里（約等於每秒六二點六公尺）新奧爾良大部份建築遭受吹毀，其鄰近城鎮亦受莫大損害。一九二六年九月十八至十九日著名的佛羅立達颶風於美安密 (Miami) 與棕櫚灘 (Palm Beach) 間風速達每時一百三十英里（每秒五十八公尺）。一座十八層大廈被風扭折而毀棄，財產損失達一億美元，死亡人數有三百二十七人，至於受傷人數近六千人。但大部份人生命的喪失係由於穆海文港 (Moore Haven) 附近奧基可比湖 (Lake Okechobee) 堤防的潰決。颶風災害的損失，僅能略舉幾個例證而已。至於歷史上已往颶風災害損失的總額實不知遠超過於所舉例證的幾許倍數，而在今後颶風災害的控制，亦唯有在颶風性能改變的知識有深入的瞭解。

在西經一百度線與落磯山脈間的大平原 (Great Plains) 區 此高原地區高度向西而升，約自二千英尺以至一般六千英尺以上，有大陸性氣候，其大致平均氣候如次：（氣溫單位—華氏）

地 區	一月	七月	全年	較差
加拿大 (北緯四九至五四度)	八	六五	四〇	五七
美 國 (北緯四二至四九度)	一五	六九	四五	五四
(北緯三〇至四二度)	三五	七九	五七	四四

此區各地全年雨量幾乎均少於二十英寸，因此農田若不仰求於灌溉是非常不可信賴的。整個地區任

風颯拂。於冬季寒潮雪暴與雪暴風掠過全境，有時深入至新墨西哥與德克薩斯州。氣溫變率甚大於二十四小時可升或降華氏五十度左右。一八八八年一月十二日在雪暴風中於南北達科塔州有二、三百人被困於空曠間無法獲致庇護之所而凍死於路途，牲畜死者以萬計。當時風速超過每時五十英里，於五小時內氣溫自華氏三十度低降至零下二十度（攝氏零下一度至零下二十九度）雪暴風（Blizzard）名詞原自德文演譯而來。按德語 *Blizzardig* 蓋泛指風暴之來，如閃電驟至。又一次雪暴風於一九一三年二月十三至十四日侵襲北達科塔（North Dakota）與明尼蘇達州（Minnesota）使交通阻梗者一週。於北緯四十度以南則於冬季積雪已不經見。另一種風與雪暴風適屬於相反的現象所謂欽諾克風（Chinook），其性質溫暖而乾燥，風向來自西南或西而沉降於落磯山坡。因空氣下沉而轉熱，於十五分鐘之內氣溫急升可達華氏二十至四十度。在加拿大亞伯達（Alberta）的梅迪新匣（Medicine Hat）地方於數小時內氣溫升高達華氏七十至八十度，而自一月至四月間每月最高與最低氣溫較差超過華氏一百度。三月紀錄最高氣溫華氏八十四度而最低氣溫華氏零下三十八度。在欽諾克風初動時，地面冷空氣尚未消除，因此氣溫波動劇烈常有數小時之久，然後暖空氣漸次進入。於山坡約有一百英里寬地帶，暖空氣常跳躍而過，通常稱爲冷氣潭穴（Pocket of cold air）在欽諾克風影響之下，積雪於消融與蒸發於頃刻之間，地面亦轉爲乾燥。欽諾克風使能利便於飼養牧畜。且能使道路暢通，不受積雪障礙。其危險性則易於形成森林火災。此區除其極北部份及高地以外，夏季爲極熱天氣，幾近整個地區最高氣溫超過華氏一百度（攝氏三十八度）。每有長時期良好天氣與乾旱，但間穿插有不時的強暴雷雨。熱浪較諸於東方殊屬於不能

忍受，由於空氣過份的乾燥，而足以損害及於穀物。最惡劣的現象爲熱風 (Hot Wind) 爲夏季相等的欽諾克風。熱風屬於地方性風自山坡下降僅及數英里寬度，塵沙飛揚，等若雲霧。熱風發生於六月至九月間，在七、八月間尤爲常見。熱風產生一種激動性 (Irritability) 與失眠症 (Insomnia)，且常使鐵道路軌錨釘跳起，使交通發生障礙，於科羅拉多 (Colorado) 與懷俄明 (Wyoming) 間最爲嚴重。此區平均風速爲每時十至十四英里，風力穩定，適宜於風車利用，在此大平原中，有風車數千之數，多運用於汲水灌溉或風力發電之用。

北部高原 (N. Plateau) 區自阿拉斯加 (Alaska) 至愛達和 (Idaho) 與俄勒岡 (Oregon) 此區概括許多巉嶮而窄狹河谷在落磯山脈分水嶺與沿岸山脈之間。在經濟價值上無多。於阿拉斯加內陸與西北部加拿大均屬於大陸氣候有冗長而嚴寒的冬季與短暫而極熱的夏季。春季積雪厚度可達三至八英尺，但融解甚速。於育空河 (R. Yukon) 的結冰則至五月始見開凍。在河谷中雨量鮮少，但在英屬哥倫比亞 (British Columbia)、華盛頓與俄勒岡各地山巔的積雪甚多。此處河谷中皆甚熱而乾燥，但施以灌溉，產生大量菓實。

南部高原蓋泛指內華達 (Nevada)、猶他 (Utah)、西部可羅拉多、亞利桑那 (Arizona)、西部新墨西哥、與加利福尼亞州 (California) 內陸一帶，於落磯山脈與內華達山脈 (Sierra Nevada) 間寬闊而嵩高的高原有極端的氣候。於較低地區平均氣溫一月爲華氏五十一度，至七月爲華氏九十一度，其年平均爲華氏七十度。因各處地勢高下不一，其氣溫記載自無相互比較價值的存在。全年雨量大致在

五與十五英寸之間。但有時或更少於此雨量。主要降雨量在於夏季短暫而強盛的雷雨，當時蒸發亦甚旺盛。山上雨量較多為灌溉的水資源，得以產生大宗穀物。土地為沙漠或半沙漠不適宜於灌溉，在礦產資源以外，僅為荒漠。於內華達山脈與喀斯開山脈 (Cascade Ranges) 較高山坡上冬季不壓實的雪量約三十至四十英尺，但經風力吹壓之後，融解緩慢而使河川下游得水量供應的泉源。在鐵道上須建雪柵 (Snow Sheds) 實為不經濟而難於維護的措施。於夏季間有暴雨形成山崩潰決現象。南部高原 (Southern Plateau) 得免於受高緯度風暴的侵擾，因而風力微弱。乾燥而潔淨的空氣對於健康殊多有益，因此於可羅拉多在河谷上的山坡建築甚多療養別墅。在沙漠地區則每受塵沙風暴的影響。此類地區概括著名在加州東南的死谷 (Death Valley)。一條窄狹的陷谷，低於海平面二七六英尺。該處七月平均氣溫華氏一〇一度與最高華氏一三四度，為世界第二最高氣溫紀錄，但於冬季死海現為一療養處所。

太平洋沿岸坡地 此狹長太平洋沿岸地帶自阿拉斯加至加利福尼亞僅為北美洲一部份，其氣候頗類似於西歐。降雨量主要的見於冬季與有自北而南低減的趨勢。於整個沿岸冬季氣候溫和，於一月平均氣溫在夕特卡 (Sitka) 為華氏三十一度，而在洛杉磯 (Los Angeles) 為華氏五十四度。自俄勒岡以北，天氣轉多風暴而在沿岸多雨。在塔多許 (Tatoosh) 島巔崖記載自十月至三月有九十六日風速達每時三十三英里 (每秒一四點八公尺)，而全年平均風速近每時二十英里 (每秒八點九公尺)。內陸河則皆受障礙影響。舊金山 (San Francisco) 之北於冬季風暴中帶來暴風每時五十至九十英里 (每秒一二點四至四〇點二公尺)。一九二一年一月一次強勁的風暴襲擊華盛頓與俄勒岡，於哥倫比亞河口五分鐘

平均風速達每時一二六英里(每秒五六點三公尺)，而在陣風時最高瞬間風速高達每時一五〇英里(每秒六七點二公尺)。此次暴風經過樹木拔倒者甚夥。於北緯四十五度以北冬季雪暴常有，但間亦南推至洛杉磯地區。在阿拉斯加積雪深度達四至十二英尺。但在美國西部並無積雪，亦不屬重要。夏季為一平靜季節有相當高的氣溫。七月平均較差在夕特卡僅為自華氏五十三度至洛杉磯華氏七十度。午後暖而晚間涼。自俄勒崗以北天氣有雲與雨，但加州為著名的明媚勝境(Land of Sunshine)。種植穀物端賴灌溉，而山中積雪為主要供應的水源。由於加州日照豐多，所以製片與菓乾為重要工業。於春季與初夏加州由於沙漠高原而來吹向北或東北極熱而乾燥的風，常稱聖塔安娜風(Santa Ana)，與大平原中的熱風性質相類似。因聖塔安娜風的影響，於六月中氣溫可高達華氏一百二十度。其高溫與乾燥可以傷害菓樹，且易造成森林火災，或挾帶塵雲，塵沙之多足以障礙交通。加州大致於夏季無雨，但經久時間可能產生強烈暴雨(Cloud-bursts)。於一八九一年八月十一日在聖地牙哥(San Diego)岡北(Campo)地方於一小時內降雨達十一英寸半(二九二公厘)。此為世界紀錄中一小時最大雨量。一九二五年八月二十五日聖約金河谷(San Joaquin Valley)因受一次閃擊擊中油庫造成大火，使保險公司損失達一百萬美元。於夏季在太平洋沿岸常多濃霧。於有霧時視程每小於一千英尺。於一年中自七月至九月間有四十餘日在整個沿海岸報告有霧的紀錄。舊金山以霧著名，因欲避免霧障，其城市向東傍山而較少霧的伯克萊(Berkeley)與奧克蘭(Oakland)擴展。舊金山氣候頗稱奇突。因其地處於沿岸山脈的缺口從太平洋分開薩克拉門多(Sacramento)與聖約金河谷。在夏季有強勁穩定氣流注入此缺口，形為顯著強盛的海風(Sea-breeze)

。因而使氣溫降低而造成多霧的環境。舊金山各月平均與最高氣溫如下表：

附表三十七 舊金山各月平均與最高氣溫（單位—華氏）

氣溫	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
平均	五〇	五二	五四	五五	五七	五八	五八	五九	六一	六〇	五六	五一
最高	七八	八〇	八六	八九	九七	一〇〇	九八	九二	一〇一	九六	八三	七四

就上表可見舊金山終年氣候，溫和宜人。諺語有云：『冬見百合，夏仍衣氈』。其氣候情況可見一般。

南美洲南端與福克蘭羣島 (Falkland Islands) 南美洲北自赤道以北伸展至南緯五十五度左右。巴西與北部國家皆隸屬於熱帶氣候。巴拉圭 (Paraguay)、烏拉圭 (Uruguay) 與阿根廷 (Argentina) 大部及智利 (Chile) 及屬於副熱帶氣候。其他部份僅存南部智利與南緯三十五度以南地區。巴塔哥尼亞 (Patagonia) 與福克蘭羣島 (Falkland Is.)。

南部智利 在北半部智利雨量分外稀少而在南半部則雨量特別豐多。年雨量隨緯度向南漸增，於南緯三十二度僅有五英寸；至南緯三十五度增至三十英寸；至三十七度已達四十英寸；至三十八度增至六十英寸；及至南緯三十九度則年雨量已增至八十英寸。自巴第瓦 (Valdivia) 於南緯三十九度在沿海岸與島嶼雨量已超過八十英寸與在南緯四十二度此處沿海岸狹長地帶有年雨量超過一百英寸，甚至有數處

雨量超出於二百英寸。此區爲一巨大沼澤 (Morass) 與九百英里森林因過分潮濕，燃火極難。盛行風向爲西風而風暴活動強盛，一般通稱爲四十度哮風帶 (Roaring Forties)，因而使溫度趨於溫和。

巴塔哥尼亞有乾燥大陸氣候。夏季在白日甚熱，但入夜間涼爽與冬季寒冷。其得水源灌溉的區域在西邊科地勒拉 (Cordilleras) 山谷，該處有耕作農民。更南則全境爲強勁的西風所籠罩。由於氣候的嚴重性對於國民健康與性情，頗饒有興奮與激勵的因素。

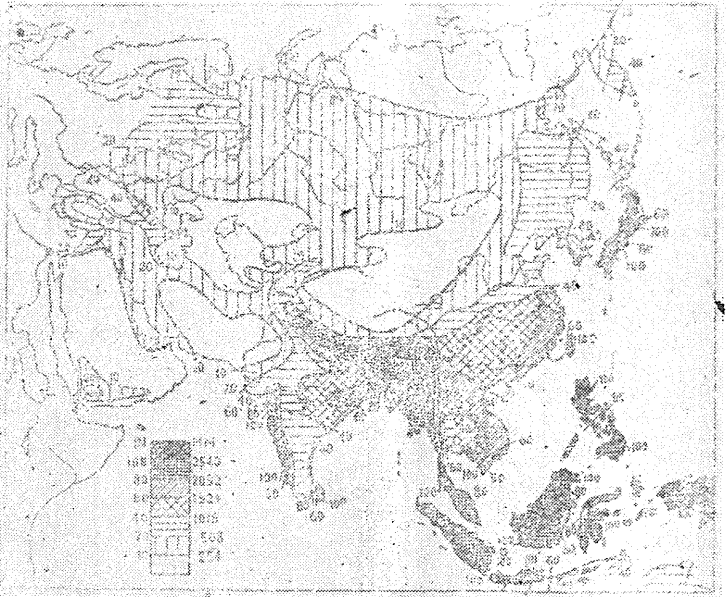
福克蘭羣島氣候屬於海洋性而較涼與多風。居民習於步行。在東岸有牧野，但因日照鮮少與夏季寒冷使島嶼土地不宜於耕作，然而氣候舒適健康。

第十一章 夏雨的副熱帶氣候

近接南北回歸線 (Tropics) (南、北緯度二十三度三十分) 處，於夏季在正午太陽適當垂直地面。天氣極熱，地面對流作用旺盛，因此夏季常爲雨季。海上飽含濕氣的空氣吹送至於地面，雨量豐沛，若此濕潤空氣吹向山區，則雨量更多而奔放。冬季天氣適反，常涼爽而乾燥。在亞洲與較小規模的西非與澳大利亞有一種規律的相互更替的風系。於夏季風自海上吹向大陸內地而於冬季風自大陸吹向海上。此種特殊型態的氣候，稱爲季風 (Monsoons) 氣候。季風在亞洲南部與東部分外發展。概括印度、緬甸、印度支那、中國、日本一帶。不僅由於亞洲規模之大，且因地形崎嶇影響，使在冬季加重其嚴寒而於夏季在羣山環繞的盆地中增益其酷熱程度。西印度羣島氣候則別異其趣，不受大陸影響的擾亂，而純屬於一種間熱帶 (Intertropical) 與副熱帶 (Sub-tropical) 氣候。至於南非、馬達加斯加 (Madagascar) 墨西哥與中美則皆隸屬於中間的型類。

亞洲季風氣候 特殊的季風氣候見於南部與東部亞洲。大致可分爲三種主要型態：(一) 南部與東南部亞洲；(二) 中國；(三) 日本。亞洲各地年雨量分佈可參看附圖六十。

(一) 印度、緬甸、與印度支那 此區自阿拉伯海 (Arabian Sea) 伸展至太平洋；自北緯三十度以至赤道，皆受其北面高原的屏障，受不到北風的影響，氣候溫和與有充分發展季風輪替的體系，於北部冬季爲東北風，而於夏季爲西南風。平均氣溫於低地在整個地區在華氏七十五度以上與在整個印度半島，除



附圖六十 亞洲各地平均年雨量分佈

去西海岸與南部如緬甸、泰國、與高棉 (Cambodia) 以外，平均氣溫超過華氏八十度。至於在緬甸、泰國、高棉沿海地區一帶空氣潮濕，相對濕度超過百分之八十；另一潮濕地區則為阿薩密 (Assam) 山區與印度西南海岸。但在印度其他地區，濕度尚屬適中。在拉普坦納 (Rajputana) 相對濕度竟小於百分之五十，在此地區全年比較乾旱。各地雨量分佈有甚大較差。自在西北部印度年雨量僅有二英寸至阿薩密卡夕山 (Khasi Hills) 的乞拉朋吉 (Cherrapunja) 附近年雨量超過四百英寸。該處逐月平均雨量分佈如下：(單位：英寸)

於一八七六年六月二十四小時最大雨量達四〇點八英寸。另一多雨之區為沿西高止山 (Ghats) 於孟買 (Bombay) 與交趾 (Cochin) 之間，此外尚有一多雨地區為緬甸沿海岸。在印度西北一大地區伸展至喀拉蚩 (Karachi) 東海岸，除

一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年
0.5	3.1	9.1	31.9	45.5	94.1	101.6	81.9	54.9	12.5	1.4	0.4	444.0

一部份尚可灌溉地區外爲沙漠區域。在緬甸內陸、與泰國及印度支那雨量亦皆適中。在越南全年雨量分佈比較印度爲勻稱。全年雨日數不多，因雨量多集中下降於季風時期。特殊強盛的暴雨亦屬常見。在印度各地二十四小時雨量超過三十英寸的，曾有七次的紀錄。季風的更替，其影響深入於印度人民的生活。顯著的氣候分野爲乾季 (Dry Season) 與雨季 (Rainy Season)，但在乾季中復可分爲冷期 (Cold Period) 與熱期 (Hot Period)。冷期自十一月中旬至二月下旬。於北部低地爲一年中最舒適的時期，氣溫適度。於一月全境平均氣溫概低於華氏八十度，而在北部印度平均氣溫低於華氏六十度，至於南部印度氣溫則常少涼爽。在大陸內地氣溫日較差甚大超過二十五度，且有若干地方達三十度者，因此在日間甚熱，而在夜間頗冷。在北部一半地區。氣溫低於華氏四十五度與在印度西北部結霜亦所常見。在西北部印度降雨量甚少，該處由寒冷天氣風暴賦予少量雨量以外，在曝露於東北風的沿海岸，諸如暹羅海峽 (Isthmus of Siam) 於十一月與十二月則爲雨季。

自三月、四月至五月均爲酷熱天氣，氣候較欠舒適，衛生環境亦較冬季爲差。氣溫升高極快，於中部印度在五月間平均氣溫爲華氏九十三度。氣溫日較差亦較一月份爲大。於西北部與中部印度及在泰國內地最高氣溫紀錄在華氏一百十度以上（相等於攝氏四十三點三度）。於旁遮普 (Punjab) 因西部沙漠中

沙土影響使酷熱加劇，居室於日出以後，皆需緊閉，或利用潮濕草蓆掩蔽。在印度各地平均西南季風時期，孟買爲自六月五日至十月中旬；孟加拉（Bengal）自六月十五日至十月下旬；西北省爲六月二十五日至九月三十日；旁遮普則爲七月一日至九月中旬。在季風雨開始以後，整個氣候性質改變。除於西北印度氣溫降低，與於印度西海岸及南部泰國溫度在華氏八十度以下。最重要的爲日較差的減小至小於二十度，因此於日間較涼於五月而夜間則不然。除西北部以外，相對濕度均在百分之八十以上，且於西高止山與緬甸有若干地方超過於百分之九十。除西北印度以外，雲量亦大增多。在降雨地區，幾乎每日下雨，但在大部份地區每於雷雨之後，季風受短時間晴天與增溫天氣所間斷。雨季天氣有疲乏性，亦不適於健康，常使材料易於腐蝕或霉腐。

十月與十一月於印度有顯著風力的減小與風向的變易不定及氣溫、雲量與雨量的減少。地面與空氣中過剩的濕氣，池沼中的積水，於強烈日光之下使植物朽腐。此季節每一年中每易招致疾病染傳，尤以北部印度平原爲然。至於物品因銹蝕與霉腐而受到的損害，在此時期或更甚於雨季。且此季於孟加拉灣強烈風暴頻仍。自六月至九月多雨之月有無數較爲輕微的風暴，但強烈風暴發生的機會，則屬甚少。於五月最早演變時期爲強烈風暴活動次高時期。五月、十月與十一月居此類風暴頻率的百分之五十五。此類風暴行徑大抵行經西北或北，使沿海岸遭受暴雨與強風，而形成許多財產損失。倘一強烈風暴於高潮時來臨，大量海水將湧至低地，甚至可喪失許多生命。此種風暴在印度大抵皆有破壞性。一八七六年十一月一日於孟加拉灣遭逢一次可怖強烈的風暴，一次潮浪搏擊海岸有十萬人被浪捲去而爲波臣與許多穀物遭受損害，

致引起飢荒，與疫疾受災者更超出於十萬人之數。一七三七年十月十一日至十二日風暴災害的慘重更有甚於此，風暴掀起潮浪高四十英尺掃入恒河 (Ganges)，遭受沒頂慘劇的達三十萬人。一八六四年於此區域亦曾有類似的風暴潮浪災害。一八八一年與一九二四年於越南沿海岸亦曾遭逢颶風侵襲極大的災害。

印度的季風雨量每歷經數年期間，轉為缺少現象。於是嚴重的飢饉災害形成，政府必須豫為籌措防範。近年有若干灌溉計劃以灌溉沙漠乾旱之區或減輕飢饉災害措施，頗著成效。於印度河 (Indus) 下游極大地區，以前為沙漠現已由人為水道加以灌溉。西高止山濱海方面豐沛的雨量大部廢棄而流注於阿拉伯海，而在德干 (Deccan) 以東則屬乾旱，與至少已有一條河流貝立雅河 (Periyar) 已在山中經由隧道轉向東流。並從事於長期天氣豫告在幾個月前以豫測季風雨量的多寡及年歲的豐歉以為事前旱災防範的措施。下表為印度陸地各種氣候因素的變化，藉以窺見印度氣候的概況。

附表三十八 印度的氣候

氣候因素	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年
平均氣溫 (華氏)	七二·五	七二·六	七九·二	八六·〇	八六·七	八六·六	八三·五	八二·五	八〇·五	八〇·〇	七三·六	六六·〇	七五·〇
日較差 (華氏)	三三·〇	三三·五	三四·〇	三三·〇	二〇·四	一五·九	三三·三	三三·一	四一·〇	一八·六	三二·二	三三·三	一九·二
相對濕度 (百分比)	六三	五九	五四	五三	五五	六七	五九	八一	五九	七〇	六五	六四	六六
求汽壓 (毫巴)	一四·二	一四·七	一七·〇	一九·五	二二·八	二六·六	二六·六	二六·五	二七·三	三三·六	一七·五	一四·八	二二·二

雲量 (十分數)	二.三	二.三	二.三	二.六	三.三	五.六	七.二	六.九	五.一	三.一	二.三	二.二	三.七
雨量 (英寸)	0.五	0.三	0.九	1.三	三.一	七.九	11.三	10.三	7.0	三.三	1.三	0.五	四.五
雨日數	一	一	一	二	四	九	13	13	八	四	二	一	五

印度的極北部如喀什米爾 (Kashmir) 幾為溫帶氣候約與美國墨西哥灣各省相似，由於在一日的日中日射甚強，所以人體對於頭部，皆須予以遮護。孟加拉的恒河流域，與極南部印度與緬甸中、南部及印度支那 (越南) 皆屬過熱與在許多地方濕度過高。其氣候對於溫帶居民生活於健康與工作效力上皆欠適應能力。因氣候上直接的影響使人對於疾病抵抗的力量削弱。所以起居生活衛生的環境，宜於分外注意於改善。

中國、蒙古與韓國 (Korea) 氣候中國氣候是極端的有乾燥而寒冷的冬季與潮濕而溫暖的夏季。近沿海岸於冬季氣溫之低，比較世界任何同緯度地區為低，僅在中國西部如四川盆地因受山脈環繞的屏障，冬季嚴寒程度乃特別減低。中國及鄰近的氣候區大致可分為四個地區：(一) 華北、蒙古、滿洲、與朝鮮；(二) 長江流域；(三) 華南；(四) 臺灣。

(一) 大部份北部地區有甚嚴寒而無雨的冬季，氣溫低至華氏零度 (攝氏零下十八度)。強勁而乾燥的西北風盛行於冬季，括起塵沙如雲，障礙視程，且有時能影響及於沿海岸航行。冬日雖在陽光之下，仍衣重裘。河川冰凍，地面年有積雪。最低氣溫紀錄 (均以華氏計) 哈爾濱 (北緯四十六度) 零下三十六

度；瀋陽（北緯四十四度）零下三十三度；西灣子（北緯四十一度）零下二十八度；太原（北緯緯三十八度）零下二十一度；天津（北緯三十九度）零下三度；濟南（北緯三十七度）一度（攝氏零下十七度）。在朝鮮寒冷程度似受三面海水調節氣候的影響，最低氣溫在西北的仁川（Jinsen）為華氏零下六度（攝氏零下二十一度）；而在東南的釜山（Pusan）則為華氏七度（攝氏零下十四度）。至於東部朝鮮於冬季亦有雨，僅在北部甚少，而於南部則有適度雨量。夏季自五月至九月溫暖而潮濕，但尚不過熱而令人困倦。自四月或五月至十月間每有降雨，但其年雨量之半以上多降於七、八月間。在東北滿洲於八月雷雨頻仍，因而連續降雨，地面常有浸水。風信多為東南，風力微弱或清和。於東部雨量足敷農耕，但在西部地帶則異常乾旱（Arid）而大部為沙漠。春季為時短暫，自冬而夏，轉變迅速。間或有年雨季遲延與酷熱乾燥的西風盛行自三月直至六月，於是乾旱（Droughts）發生，穀物遭受極大災害。黃河於夏季水勢突漲，有時能潰決堤防，淹沒附近城鎮，而造成甚大的災害。華北地區端賴農業為主，而其地雨量變率（Variability of Rainfall）甚大，自乾旱以至水災與大的河川中流量變化自冬而夏。地方上僅仍採土著灌溉方式而尚乏現代水利設計灌溉的體系。在南部種稻地區均採用均方灌溉制度。而於北部地面多栽種麥。

(二)長江流域有寒冷的冬季，但較諸北方已溫和許多，約有三個月在水點以下。冬季為乾季，但各月仍能有少量降雨，風向多為北風，風力不强。風信較多變化於滿洲與蒙古。四川盆地冬季甚短，鮮見有霜，但多雲量使空氣比較鬱悶。各地最低氣溫的紀錄（以華氏表計）上海華氏十度（攝氏零下十二度）

；南京八度（攝氏零下十三度）；漢口十三度（攝氏零下十一度）；宜昌二十度（攝氏零下七度）；重慶二十九度（攝氏零下二度）。夏季甚熱，平均氣溫超過於華氏七十度。（攝氏二十一度）。在平原比較濕度爲高，氣候困人。七、八、九月皆爲多雨之月。四川分外炎熱。重慶平均氣溫超過於華氏八十度（攝氏二六·七度），自六月半至八月底重慶最高氣溫紀錄曾達華氏一百一十一度（攝氏四三點九度）。在四川盆地中每有嚴重雷雨且可因暴雨成災。雨量比較北部地區豐足，嚴重旱災未之有聞。

(三) 中國南部氣候於冬季常屬於溫和而乾燥，但間或由蒙古高壓挾北風與寒潮南下，伸展至南部沿海岸，使氣溫下降達華氏三十五度（攝氏一·七度）以下，但東部沿海岸所受影響較小。最低氣溫紀錄於香港爲華氏三十二度（攝氏零度），而在廈門爲三十九度（攝氏三點九度）。於南部中國自十二月至二月間雨量稀少，冬季各月並非絕對無雨，日照充滿，陽光和煦。滇省稱爲雲南蓋在雲之南也，其義亦或在此。在地面霜與雪皆屬罕見。但在山顛則仍到處可見。夏季在平原天氣甚熱而令人倦怠，於山上則氣候舒適而合於健康。在羣山深谷中氣候則不適宜，降雨量在六、七、八月間多屬於暴戾。於六月至九月間於中國東南沿海岸常受到颱風侵襲，風狂雨驟。風速可逾每時一百二十英里（每秒五三點六公尺）。降雨量在二十四小時內可有二十英寸（約等五〇八公里）以上。一九〇一年八月法船『段維』（De Witte）在閩浙之間海上遭遇颱風沉沒。一九二二年八月颱風襲汕頭，城鎮泰半爲潮浪席捲以去。一九二三年八月颱風經過香港附近，瞬間風速曾達每時一二七英里（每秒五六點八公尺）。颱風登陸時候常分裂或漸消弱，同時有雷暴與豪雨。一九二六年七月十九日於一小時內降雨四英寸，而於九小時內降雨達二〇點

四英寸。整個遭受水災，損失極重。另一次颱風於一九二七年九月二日颱風中心經過香港，最高風速紀錄爲每時一六七英里（每秒七四點六公尺），但此次降雨量僅有五點九英寸。更因颱風汲起潮浪使造成甚多生命與財產損失。

(四)臺灣氣候因臺灣爲一島嶼面積僅三萬六千餘平方公里西與中國大陸隔臺灣海峽相峙，而東憑太平洋。整個氣候仍受大陸氣候的支配，僅其變率比較大陸爲小。全年氣溫較差臺北爲攝氏一三點〇度，而恆春僅爲攝氏七點二度。臺灣各地氣溫較差自北而南漸減。地面極端最高溫臺東爲攝氏三九點五度，極端最低溫爲攝氏零下一點零度。此爲數十年內僅屬偶見。因此霜與雪僅得在高山處見之。終歲草木葱籠，四季如春。臺灣季候祇有春夏而無秋冬。各地年平均雨量約在二千公厘。臺灣山脈走向南北，而嵩峙中央，因此東岸比較西岸雨量爲多。基隆年平均雨量三、一六二公厘，臺北二、一一二公厘。臺南爲一、八四二公厘；新竹一、七二四公厘。澎湖僅有一、〇四〇公厘。各處雨量僅基隆以冬季雨量爲主，而其他各地均以夏季雨量爲主。地面日雨量以民國四十八年八月七日雲林縣梅林降雨量爲最高達一〇〇一公厘。地形雨量在火燒寮年平均雨量六、五六九公厘，該處最高年雨量達八、四〇八公厘。基隆年平均日數最多，幾乎近及臺中兩日數的一倍。基隆爲二一五日而臺中僅有一二六日。臺臺爲著名的颱風侵襲地區，於一年中七、八、九、十四個月內佔歷年總次數百分之八十六。一九五〇年五月二十六日颱風經過蘭嶼，最下瞬間風速達每秒七四點七公尺。民國二十三年七月十九日颱風中降落暴雨於庫瓦爾斯達一一二七公厘。臺灣年受颱風災害損失約佔其國家生產總值百分之一點零八。臺灣的氣候作者已有專文論及，可參看

交通研究所出版氣象與交通第二一七至二五二頁，與作者所著『颱風』小冊，五十六年商務印書館出版。

日本氣候 日本北部如北海道 (Hokkaido) 與本州北部均有嚴寒冬季，僅其氣溫不若中國大陸下降之甚。在西部與山顛有甚多積雪，其深度可達二十英尺以上，足以埋沒山麓小村，使無法外出工作，東海岸天氣為晴爽而乾燥。漸轉向南，冬季氣溫亦更變溫暖。四國島 (Shikoku) 與九州島 (Kyushu) 幾已入於副熱帶區。各地最低氣溫 (均以華氏計) 庫頁島 (Sakhalin) (北緯四十六度半) 青森 (Otomari) 為零下二十七度 (攝氏零下三十一·八度)；根室 (Nemuro) (北緯四十三度半) 零下九度 (攝氏零下十一·八度)；函館 (Hakodate) (北緯四十一度) 為一度 (攝氏零下十六點七度)；新瀉 (Niigata) (北緯三十八度) 為十五度 (攝氏零下九·四度)；東京 (北緯三十五度半) 為十七度 (攝氏零下八·三度)；長崎 (Nagasaki) (北緯三十二度半) 為二十二度，攝氏零下五·六度。更南而至琉球羣島 (Iinkius) 於沖繩 (Naha) (北緯二十六度) 為四十一度 (攝氏五度)。夏季於整個地面區域溫暖而潮濕，僅在北部與高山地區為舒適而鼓舞季節，至日本其他地區則屬甚熱而令人倦困。西部日本與臺灣西北角基隆情況相似，全年多雨，但以冬季雨量為主，因在西北風盛行時，陸上適當其迎風方向。東部與南部沿海岸於冬季則僅有較少量的雨澤而大部份降雨量均見於夏季。茲就日本各方沿海岸各舉一個例證，以比較其各月降雨量的分佈。

按後表內容分析，東岸各月最多雨量見於秋季，其部分原因可能由於颱風路徑的經過，但另有一次多雨量發見於初夏，於南海岸與琉球羣島一帶最潮濕季節乃在於六月與七月上旬，而有一次多雨量在於

附表三十九 日本東、西、與南沿海岸月平均雨量分佈(單位：英寸)

地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
新潟(西海岸)	七·六	五·〇	四·三	四·二	三·六	五·二	六·三	四·九	七·六	六·一	七·三	九·三
橫濱(東海岸)	二·八	三·一	五·一	五·五	六·〇	七·一	六·七	八·七	一〇·三	八·五	四·一	二·七
長崎(南海岸)	三·〇	三·三	五·二	七·五	六·七	一三·八	九·四	六·八	八·六	四·八	三·五	三·四

九月。查六月與七月間爲著名的梅雨季節 (Plum Rains) 對於稻米種植，至屬重要。此時適在梅子黃時氣候分外潮濕，什物生霉，使食物衣服等類均易於腐蝕，人體亦感覺不適。至於九月份雨量次高現象，或係同一由於颱風侵襲的結果。

非洲的季風與夏雨氣候 非洲的季風氣候未若亞洲的發展，但在西部與南部有明確的乾季與雨季。由於所處緯度過低與陸地面積較小，因此在乾季氣候並不寒冷。

西非季風區域自北緯十四度伸展至四度。沿海岸區域皆酷熱而潮濕。自從獅子山國(Sierra Leone)至拉哥斯(Lagos)年平均氣溫超過於華氣八十度(攝氏二六點七度)。在內陸乾燥而高爽地區比較適宜於健康而有鼓舞作用。於北緯八度以北，一年中可分爲二個季節，自十一月至四月爲涼而乾的季節，有挾帶塵土的東風或東北風；與自五月至十月爲溫暖雨季，斯時風多來自西南。在北部若巴得斯特(Bathurst)雨季較短而明確與在乾季則無雨。北緯七度以南，乾季較欠明顯而雨季更長，與再分爲二

部份，一個短暫的少雨時期在八月，但間有晴好之日。於雨期開始前，三月為最熱之月。北緯六度以南，雖此短暫乾燥時期再趨於消失。杜亞拉 (Duala) 於北緯四度僅有七月單一的雨量最高。在北緯四度與赤道間，其情形適反，七月份適為最早之月。沿海岸區雨量較多，而最潮濕的地帶自北緯十度伸展以至帕耳馬角 (Cape Palmas) 與幾內亞灣 (Gulf of Guinea) 東北角。於喀麥隆峯 (Cameroon Mts.) 年雨量達三六九英寸 (約等九三三公厘)。得與世界最多雨量各地相比擬。黃金海岸 (Gold Coast) 分外乾旱。雨量向內陸減少，自南至北，減少極快；但自西至東，減少較緩。此區漸轉乾旱，直至撒哈拉 (Sahara) 沙漠。北緯十五度以北平均年雨量小於二十英寸，雨量缺乏，顯然可見。在下列表中，可見各地區降雨的性質與其月平均雨量分佈。

附表四十 西非各地區月平均降雨量分佈 (單位—英寸)

地 名	緯 度	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
達喀爾 Dakar	15.5(北)	—	—	—	—	—	0.2	3.5	9.6	5.4	1.6	0.1	0.3
巴得斯特 Bathurst	13.3	—	—	—	—	0.3	3.0	10.9	15.6	10.0	3.2	0.1	0.1
自由鎮 Freetown	7.3	0.3	0.1	1.1	2.8	6.6	16.1	35.5	31.2	25.2	10.6	5.6	1.0
諾弗港 Porto Novo	6.3	0.2	1.1	3.2	9.9	8.3	23.2	46.6	1.1	4.4	2.1	3.4	0.6
拉哥斯 Lagos	6.3	1.1	1.6	4.0	5.9	10.6	16.1	11.0	11.3	3.5	6.1	2.2	1.0
阿克拉 Accra	5.3	0.6	1.1	2.0	3.4	5.3	2.0	1.6	0.6	1.3	2.3	1.4	0.2

加拉巴 Calabar	五·0	二·1	二·2	六·四	七·九	二·九	一五·2	一六·九	一六·2	一六·三	三·八	七·五	二·1
杜亞拉 Duala	四·0	一·六	三·2	八·0	九·1	二·八	二二·二	二二·二	二二·三	二〇·九	一六·九	六·1	二·二
聖湯姆斯島 St. Thomas Is.	0·0	四·1	四·三	2·0	五·六	四·2	0·五	—	0·四	0·九	四·三	五·2	三·六
波洛布 Bolobo	二·0(離)	五·0	2·0	四·六	2·1	五·六	0·四	—	二·2	三·八	六·五	九·六	10·1

乾季大致適宜於健康。自內陸吹一種較冷而乾燥的東風或東北風，本地稱爲『哈麥丹風』(Harmat-tan)，在一月中伸展至沿海岸在拉哥斯與阿拉克。風中挾帶大量塵埃，無空不入。在沿海岸且有強盛海陸風。四、五月間西北有龍捲(Tornadoes)發生，但並非真實龍捲，實僅爲一種雷颶(Thunder-storm Squalls)常能毀屋拔樹。在雨季風力甚小，而在雨季之末，氣候爲一年中最惡劣而不適於健康的時期。

東北非洲 此區概括埃及蘇丹(Soudan)阿比西尼亞(Abyssinia)與紅海區一帶。就氣候上立論，埃及爲部份撒哈拉阿拉伯沙漠(Sahara-Arabian Desert)所形成，其生活悉依賴每年尼羅河(Nile)泛濫，實卽由於阿比西尼亞季風雨量的結果。在開羅(Cairo)與阿特巴拉(Atbara)(北緯十七度四十五分)年雨量小於一英寸，甚至在數年間無一次陣雨。天空晴無片雲，空氣乾燥，含有多量塵沙，在日間氣溫極高。在開羅與蘇丹喀土木(Khartoum)各月平均與絕對最高氣溫及其相對濕度如下

表：

附表四十一 開羅與喀土木月平均絕對與最高溫及相對濕度

名地	開羅			喀土木		
	平均最高溫 (華氏)	絕對最高溫 (華氏)	相對濕度 (百分比)	平均最高溫 (華氏)	絕對最高溫 (華氏)	相對濕度 (百分比)
一月	七四	八〇	五九	九〇	一〇五	二六
二月	八二	八七	五五	一〇五	一二〇	二〇
三月	九二	九七	四九	一〇九	一二三	一四
四月	一〇〇	一〇九	四四	一一三	一二五	一三
五月	一〇四	一一二	三八	一二四	一二六	一八
六月	一〇九	一二〇	四二	一二三	一二五	二六
七月	一〇三	一〇九	四七	一〇九	一二九	四三
八月	一〇一	一〇九	五二	一〇五	一三〇	五三
九月	九七	一〇六	五八	一〇九	一二二	四三
十月	九二	一〇〇	五九	一〇九	一一九	四九
十一月	九〇	九七	五五	一〇三	一二〇	五三
十二月	九〇	九三	五九	九〇	一二四	五七

在氣溫極高時，相對濕度可低至百分之二而蒸發量亦極速。夜間氣溫降低，略感涼爽，但氣候殊不適於健康。於紅海沿岸空氣溫度極高而潮濕，雖夜間稍涼，然氣候甚不舒適，令人困乏。

在埃及氣候中最劣現象為喀新風 (Khamsin) 為極酷熱而乾燥的南風挾帶大量塵沙，多形為塵暴。喀新風常見於春季。在蘇丹強烈而富陣性，且多塵沙的塵稱為哈布風 (Habboobs)。每年在一月與十月間至少有二十次以上的哈布風而最恆見於六月與七月。哈布風發生時刻在下半二時與十時間，每次風起約三小時後，始見平息。自喀土木 (北緯十五度半) 以南，降雨量增加極快，而雨季亦見展長。於喀土木降雨量多在七、八、九三個月中，但大部份在於七月。在馬拉加爾 (Malakal) (北緯九度半) 年降雨總量三四

點八英寸，降雨時期自四月底至十一月初。大雨均於西南季風時期降落於阿比西尼亞山脈高原，平均年雨量約五十英寸，但在其中一半降雨量在於七、八、九、三個月，至於冬季所降雨量則屬極少。大雨瀉注入於蘇丹的青尼羅河 (Blue Nile)，雖此水量的半於蘇得沼地 (Sudd Swamps) 中消失於蒸發作用，而其餘剩的水量造成每年尼羅河的泛濫。自喀土木以北，各類種植均須賴於灌溉，河水由河川經人為溝渠以注入於農田。尼羅河泛濫每年變化不同與堤防係分段在不同年代所築，以調節水量供應。埃及蘇丹近已有詳盡策劃利用尼羅河水量從事於灌溉與水力發電，且已在實施中，不久當可樂觀厥成。

馬達加斯加 (Madagascar) 於馬達加斯加島大致可分二個顯著的氣候區域，即為東海岸、中央高地與西海岸。在東海岸以塔馬達夫 (Tamatave) 為代表有適中氣溫，全年均有雨量，而僅在九月至十一月為乾季。全年風向皆自陸上吹向海面，使氣候常爽快而適於健康。中央高地得由坦南那利芙 (Tananarive) 為之表率，氣溫亦屬適中，在高度影響以外，降雨量不多。此區有顯著冬季乾燥季節，自四月至十月，但濕度仍屬甚高。於乾燥季節初期有獨特氣候象徵為『蘇格蘭霧』 (Scotch Mist) 甚寒而濕，但僅能有極少量的降水。無雪，僅偶見霜。在雨季有強盛的西風雷颶與狂暴降雨。在高地處氣溫不超過於華氏九十五度。西海岸比較東海為較熱亦較乾。在木漢加 (Mojanga) (南緯十六度) 年平均氣溫為華氏七十九度。降雨量自北至南漸減，於木漢加年平均雨量為六十二英寸，但在拿西比 (Nossi-Bé) (南緯二十三度半) 僅有年雨量十四英寸。至於西南海岸幾為一片沙漠，但尚適於健康。南印度洋中的風暴亦間或侵襲馬達加斯加島尤以北部為甚。風暴活動皆見於十二月至四月間，而在二月中風暴活動

最屬頻繁。

南非氣候 南非區域廣泛的概括羅得西亞 (Rhodesia)，南非聯邦 (Union of South Africa) 及西南非等範圍。就整個非洲而言，在南緯十度以南爲一片寬廣的高原，約在三千與六千英尺間而至龍山 (Drakensberg) 約在一萬二千英尺高度。而其低地僅有狹窄邊緣地帶圍繞於西與南沿岸海，僅在東部較爲廣濶。因其地形的影響，使大部份地區氣候均趨於一致。氣溫較低頗與西歐近似。近海岸地方海拔皆高，故雨量在內陸大致顯示不足。在高原邊緣，空氣急速下降至於沿海平原，於是類似焚風與欽諾克風產生。風的溫度甚高而熱。此種山風 (Berg Winds) 每常見於南海岸，每一年中有二十至三十天發生熱風，大抵多見於冬季。當熱風來時，氣溫增至極高，甚而可超過於夏季氣溫。熱風連續吹送二、三日之後，氣候即有異常鬱悶感覺。一九二二年一月二十一日於丹伯樂地 (Dunbrody) 在角省 (Cape Province) 之南，於一次山風發動時氣溫高至華氏一一八度 (攝氏四七點八度)。玉蜀黍 (Mealies) 與其他穀類皆受傷害，牲畜、駝鳥、家禽與蜜蜂亦多死亡。塵暴亦所常見，大抵在八月至十二月之間。強勁而富有陣性的風挾帶塵沙顆粒甚細，無處弗及，但塵暴生存時間短暫且每繼以降雨。氣候是屬於極端的。大部份地區紀錄歷年最高氣溫超過華氏一百度 (攝氏三七·八度)，除在山地城市如約翰尼斯堡 (Johannesburg) 與在高原上各處氣溫最高爲華氏九十五度 (攝氏三十五度)。最低氣溫於內地皆相當的低，遠北至沙立斯堡 (Salisbury) 氣溫低至華氏三十二度以下。沿海岸各地其氣溫較差較小，而無此懸殊現象，至南方沿岸仍多無霜。相對濕度於南海岸與東海岸尚稱適當，但於內地較低在慶伯利

(Kimberley) 平均為百分之五十四。在其沙漠特徵以外，西海岸有寒冷、潮濕與多霧氣候，但極少雨。於大部份各地區年雨量變化於夏季有一最高與在冬季有一最低。在北羅得西亞與尼亞沙蘭 (Nyasaland) 冬季非常乾旱與在南非內陸，尤以馬他倍蕾蘭 (Matabeleland)。達馬拉蘭 (Damaraland) 與大那馬瓜蘭 (Great Namagualand) 等地，僅在屈斯伐爾 (Transvaal) 其乾旱情況較輕。沿東海岸各省如莫三鼻克 (Mozambique)、洛朗索馬克 (Loureco Marques)、蘇魯蘭 (Zululand) 與納塔耳 (Natal) 等處於冬季皆有適量雨澤。此區域內在尋常夏季雷雨外，雨量在任何季節亦得由海上大風 (Gales) 帶來。在納塔耳地方稱之為『三日雨』 (Three-day Rains)，因每次發生常持續有二、三日之久。夏季由印度洋而來的熱帶風暴亦常襲納塔耳，每亦帶來豪雨。下表為南非各地平均月雨量，可以顯示其雨量變化情形。

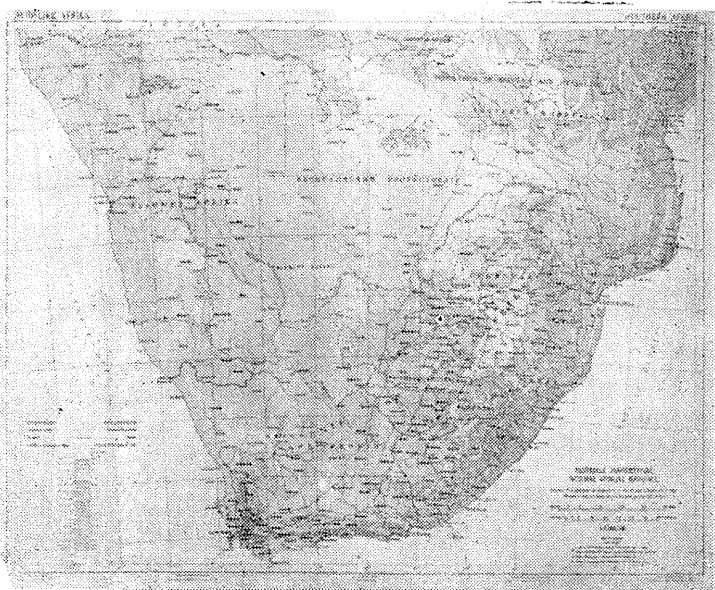
附表四十二 南非各地平均月雨量變化 (單位：英寸)

地 區	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
莫三鼻克與納塔耳	五·八	五·〇	四·八	二·八	一·六	〇·九	〇·六	一·一	一·四	二·九	三·九	四·七
屈 斯 伐 爾	六·一	五·三	四·一	一·五	〇·四	〇·一	〇·一	〇·三	〇·八	二·〇	三·九	四·八
南 沿 海 岸	一·八	二·一	二·四	二·三	二·三	一·九	一·六	二·一	二·六	二·九	二·三	二·三
西南角省與角半島	一·一	〇·九	一·三	二·八	四·六	五·二	四·二	四·二	三·〇	二·六	一·三	一·二

南非各地年雨量分佈可參看附圖六十一。在南部羅得西亞平均年雨量在五十英寸，而在莫三鼻克部分地區年雨量在八十英寸左右。中部屈斯伏爾省年雨量約在三、四十英寸，而在西南部沿岸一帶準平均年雨量均在十五英寸以下。於大部份內陸地區與屈斯伏爾、巴蘇陀蘭 (Basutoland) 與東部角省於一年中有三十日以上的大雷雨為全年降雨量的主源。在角省與屈斯伏爾在夏季亦常見雹，一年間可有一〇五日之多。在最嚴重的雷暴中雹粒可大如板球大小，重量達一磅有半。能擊殺牛羊，破屋面摺紋鐵板等如紙片。所幸降雹時常無風，僅曾有一次暴厲的雹暴發生前有龍捲風先至。在斯威藍丹 (Swellendam) 於一次雷雨中曾記載有一六點五英寸的暴雨量。至於在南非西部雷雨罕有。西南非洲西海岸為純正沙漠與無人居住。南非以多日照著聞。因日照時多而空氣乾燥在中部與上部卡魯 (Karoo) 地區對於肺結核病人的療養尤屬相宜。在奧倫奇自由邦 (Orange Free State) 與屈斯伏爾地方無寒冷潮濕天氣，但多塵沙或為眼炎 (Ophthalmia) 流行的原因。

北部澳大利亞 澳大利亞北部沿岸其位置已入於熱帶 (Tropics) 與有典型式的季風氣候。自十二月至三月為西北季風時期，在澳洲西部風向轉為西南與較涼而轉乾，一年中其他各月均吹東南信風 (SE-trade)。因在其北方為溫暖海洋，所以全年氣候溫暖，尤以四月分外使人鬱悶。自五月至十月為乾季，僅有零星的陣雨。至十二月雨季驟然蒞臨，幾乎每日暴雨連續三、四個月。在西部向內陸雨量急減而進入於沙漠。澳洲各地逐月雨量分佈可參照前附表三十四，見第二一五頁。

墨西哥與中美 墨西哥為氣候多變的地域。自墨西哥灣氣候酷熱蒸騰的南海岸至西北部沙漠。此大部



附圖六十一 南非各地準平均年雨量分佈

份地區概括一崇高的高原海拔在六千尺以上。居民將其土地劃分為三帶：熱帶 (Tierra Caliente) 由地面上的升至二千英尺；溫帶 (Tierra Templada) 自一千至六千英尺；與寒帶 (Tierra Fria) 在六千英尺以上，但甚至於所稱寒帶，在大部地區仍有一炎熱的夏季。墨西哥城海拔七千五百英尺，自三月至九月間平均氣溫超過於華氏六十度。此外在東部多雨而在西部乾旱有顯著分辨。在墨西哥灣南部面東山坡於委拉克路斯 (Vera Cruz) 一帶年降雨量達一百英寸以上；至大部份內陸高原降雨量少於二十英寸；至於蘇拿拉 (Sonora) 與下加利福尼亞半島 (Lower California) 降雨量小於十英寸。於南太平洋沿岸降雨量又重增加，於瓦哈卡 (Oaxaca) 沙林克路斯 (Salina Cruz) 年雨量達四十英寸。在高原上則水源稀少，取諸於井常深度須在一百英尺以上。在墨西哥大部

氣候分爲三季。自十一月或十二月至二月爲涼季；自三月至五月爲熱季。兩季合併而爲乾季或稱夏季 (Verano)；自六月至十月則爲雨季。在南部於七、八月間降雨少於六月與九月，而成爲次乾季或稱小夏 (Veranillo)。在大西洋方面差可辨認，但在太平洋方面則形成裂隙僅有乾燥天氣與氣溫上升。茲將沙林克路斯逐月雨量與日平均最高氣溫列表如下：

附表四十三 沙林克路斯逐月平均雨量與日平均最高氣溫

要 素	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
降 雨 量 (英寸)	0.2	—	—	0.2	3.0	14.6	11.4	3.8	10.1	5.4	0.3	0.1
日平均最高溫 (華氏)	83	84	85	87	88	85	88	89	86	85	83	84

涼季在各地多乾燥而富日照。風向以東或東北東爲盛行，風勢穩定不變僅在面墨西哥灣方面高地帶有雨量，但每不時受北來寒涼諾特風 (Nortes)，或連續的美國北風 (Northers) 所擾亂，尤以在一、二月間。此強勁而暴厲的風在南墨西哥灣海岸有連續細雨。在灣的西岸，此種北風常狂暴與特別寒冷。在迎風山坡寒冷而乾燥與有時結霜。亦有時下降於太平洋岸坡地而形成帕帕加屋風 (Papagayo)，性質極熱、乾燥而多塵沙。在臺宛太白灣 (Gulf of Tehuantepec) 常於冬季遭受臺宛太白風 (Tehuantepecer) 的侵擾，係隨同北美洲寒潮而下，爲強暴的北風自臺宛太白地峽經由科地勒拉山系 (Cordilleras) 有七十英里的缺口所吹出。至三、四、五月風向轉變爲東南，於是雲量漸次增加，但仍不足以平衡日射熱能

，因而日間甚熱，夜間清涼。在大西洋方面低地田野間於日中與午後白人皆不能工作。在太平洋沿岸此季節日間溫度甚至更高，但因空氣乾燥，人體因出汗蒸發而略感涼爽，對於熱的感覺因亦有差異。在雨季各面風均吹向中央高原。天氣每日多有雷雨為重要雨量來源。在雨季開始與終結時期常有強烈的雷颶稱為丘白斯哥雷雨 (Chubascos)。在沿海岸雨量極重，在高原內陸適中，而在西北部甚少。天空多雲，在夜間溫暖潮濕，此為氣候對於健康最差的季節。中美的大西洋沿岸有極熱，多雨與潮濕氣候，其年雨量超過一百二十英寸，於一年中各月有雨。降雨量主要的屬於穩定性而較長時間與較大範圍的降雨，尤以在冬季為然。在內陸河谷年降雨量約六十英寸，而大部份由於強暴雷陣雨所賦予。最後降雨量分佈復向太平洋沿岸增加，平均年雨量約八十英寸，其來源亦幾多受夏季雷雨所賜給。

西印度羣島與百慕達 (Bermuda) 西印度羣島有典型式的熱帶氣候。其各地年平均氣溫在華氏七十五度至八十度。巴哈馬羣島 (Bahamas) 與古巴 (Cuba) 受相當北美洲大陸的影響。同時大的島嶼如古巴與希斯盆洛拉島 (Hispaniola) (即海地島) 其面積大小，足以有其本身大陸的氣候。在希斯盆洛拉島背風面的太子港 (Port-au-Prince) 曾記載得最高氣溫華氏一〇一度，而在同一島的西北面的聖多名哥 (San Domingo) 氣溫從不超過於華氏九十五度。若轉向南與向東，氣候漸更轉近於海洋性，二組小島羣背風島羣 (Leeward) 與迎風島羣 (Windward) 即小安地列斯羣島 (Lesser Antilles) 均受信風的制御，而甚均等。以例證言之，在巴拔多斯 (Barbadoes) 以七至九月最暖的月份與最涼的月份二月，其氣溫相差小於華氏四度，若比較古巴的哈瓦那 (Havana) 與巴哈馬的拿素 (Nassau) 氣溫較

差達華氏十一度。千里達島 (Trinidad) 要古拉索島 (Curacao) 在氣候上皆屬於南美。於冬季在巴哈馬與古巴偶而最低氣溫可低於華氏五十五度，值當逢美國寒潮連續橫渡海上時節。各地最低氣溫 (以華氏計) 哈瓦那五十度；拿索五十一度；京斯頓 (Kingston) (牙買加島 Jamaica) 五十七度；蒙色拉 (Montserrat) 五十九度；聖路西亞島 (St. Lucia) 六十度；石榴島 (Grenada) 六十度。

在小安地列斯羣島信風經年恆定而強盛自東吹來。更向西信風稍轉弱，但在廣濶海上仍屬穩定。在巨大島嶼上於背風方向每有地方性海風，尤以在乾旱季節與在迎風方面當信風於夜間消失時光，輕微的海風即由陸上吹送海面代之。除南美洲北海岸南端島羣以外，當風暴自南至北經過時信風每亦減弱。各地雨量甚多，因雨量對於甘蔗栽植至屬重要，因而此區雨量測站甚多。各處位置高下不一，年雨量總值因有甚大差別。在向風面山坡雨量可在二、三倍或以上較多於背風面山坡。在牙買加島在最高的藍山 (Blue Mts.) 背風面京斯頓 (Kingston) 年雨量三十一·五英寸，但比較向風面安東尼港 (Port Antonio) 年雨量有一三七英寸。此處有二個雨季即最高在五月與十月，但在北緯十五度以南極南端的島羣延遲至六月與十一月。最乾旱的月份為二月與三月，但在迎風面沿海岸常經年有雨。在大的島嶼背風面於四月與五月間每有雷暴雨。於面海方面當於特別強盛海風吹上巉巖有時亦降落大雨。於一九〇九年十一月四日至十一日牙買加島的銀山 (Silver Hill) 降雨一三五英寸，而於一日之間降雨三〇點五英寸。西印度羣島為颶風出沒之處。颶風與狂暴豪雨每聯袂而來。一八九九年八月僅於數小時間波多黎各 (Porto Rico)

）降雨十一英寸。一八九八年九月十日至十三日於文生島 (St. Vincent) 受颶風而形成水災，村鎮俱遭潮浪沖刷以去。一九一二年十一月牙買加亦曾遭受類似的慘劇。颶風在各月中皆能發生，但在十二月至五月間比較頻率甚低。颶風大抵均見於八月至十月間。自一八八七年至一九二三年中記載有二三九次颶風發生，在每年平均有六次或七次，其月平均分佈如次：

一月至四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
一	一六	一七	三九	七八	七一	二五	二	

颶風多發生於小安地列斯羣島之東，而始向西南西進行，然後轉向東北而進入於西印度區域。颶風侵襲頻率最大地帶為經過海地、古巴與巴哈馬羣島。千里達幾為在颶風侵擾以外的地區。颶風風速常超過每時一百英里，事實上，風速超過每時一百三十英里的，在記錄中亦有數次。一九三〇年九月三日颶風風暴吹毀聖多陀名哥 (Santo Domingo) 推測當時風力可能達每時一百六十英里。此次颶風中使數千人喪生。颶風威力令人可怖，但因在氣象豫告學上已能準確推測其動態，使人得為健全警報的體系，人的生命喪失已減低至於最低程度。颶風不僅為風雨嚴重的災害，且能掀起颶風潮浪，沖刷或捲去低窪地區房屋。

百慕達為海洋性副熱帶氣候，但位於西印度羣島以北，氣候涼爽而少熱帶性。該處因無信風的激勵，當在南風發動時分外令人困倦。冬季寒冷適度，最低氣溫在華氏四十度，且曾見雪，僅屬於罕有而已。

。七月至十月爲蒸暑時期，日間甚熱而鬱悶。大體氣候不如巴哈馬島適於健康條件。颶風亦偶蒞臨。西印度羣島中諸小島嶼皆爲多孔巖石構造如珊瑚石灰石，多無地面水源，均由鑿井中取水。在墨西哥猶加敦 (Yucatan) 利用信風發動風車汲水，於西印度羣島似可作類似性推廣利用風力設施。

南部南美洲 南美洲自赤道以北伸展至南半球高緯度。巴西 (Brazil) 與北部許多國家皆隸屬於熱帶氣候範圍。但智利 (Chile) 大部份地區與阿根廷 (Argentine) 皆屬於副熱帶或溫帶區域。南美地形與北美大陸相若，由崇高的安地斯 (Andes) 山脈縱貫分爲二部份而劃分非常不同的氣候。

阿根廷、巴拉圭 (Paraguay) 烏拉圭 (Uruguay) 因安地斯山的蔭蔽在東部的南美洲南部有大陸性氣候與較大的氣溫年較差與日較差，且大致一般雨量較少。或甚至於稀少。可以劃分自南緯二十一度至四十度一副熱帶氣候區與南緯四十度南荒涼的巴塔哥尼亞區域 (參看本書第二三六頁)。在南緯四十度以北與西徑六十五度以東廣濶的草原，地方名稱爲彭巴 (Pampa) 有雨量二十至四十英寸，推至東北角降雨量增至八十英寸。近沿海岸全年雨量分佈均勻，大致於夏秋最高，而在冬季最低，但此外尚有一次低見於盛夏時節。再更向西，季節的對比增進與西經六十二度以西，冬季均屬於乾旱。全年天氣每因冷而燥的南風或西南風與暖而濕的北風更替而起變化。後者常由低緯度而來，濕熱蒸暑使人鬱悶困倦。南風來時驟然可使氣溫低降至華氏十二度 (攝氏零下十一度)。在春季與初夏天氣常多風暴所謂潘派洛風 (Pamperos)。『潘派洛』的意義乃是一種寒冷而強烈的風來自拉巴拉他河 (Rio de la Plata) 上廣大的彭巴草原 (Pampa) 上，自十月至一月間幾乎每月有二、四次。潘派洛風掠過平原每以塵雲爲先驅

，挾帶地方性丘白斯哥雷雨 (Chubascos) 齊來，而爲夏季的喜雨。在沿海岸狂暴而危險的東南暴風一年中有二或三次。「布宜若斯艾利斯」(Buenos Aires) 的市名蓋指晴明天氣之義，實屬於名實不符。此或許當年命名者梅東若 (Don Pedro de Mendoza) 初臨其地，適逢所罕有的數日平靜晴明天氣，因而得其名。氣候夏季甚熱，冬季潮濕，但以大體而言，尙稱適宜健康而土質肥沃。內地的降雨量低減，而農作物不能以時。乾旱的夏季有時間以驟然的狂大暴雨，使地面頓成澤國。氣溫變化亦大而極快，夜間結霜亦所常見。在南緯三十三度聖路易 (San Luis) 記載極端氣溫爲華氏一百零二度 (攝氏三十九度) 與十九度 (攝氏零下七·二度)。降雹亦常有之。蝗災爲更大農作上的困擾。在安地斯山脈的東面邊緣爲一條窄狹的半乾燥地帶，居民稀少，更南而擴展至巴拉哥尼亞 (Paraguay) 高原。

北部及中部智利 在安地斯山脈之西一條狹長沿海岸地帶有非常殊異的氣候。北部智利爲完全無雨，平均年雨量小於一英寸，更南而至南緯二十九度半於一年或二年中可竟無滴雨。此無雨地區端賴由山顛融解積雪，以資灌溉。人民皆沿河而居，並以乾菓著名。沿海岸幾近無人居住，道路、鐵路都向沙漠內陸方面而行。於南緯二十九度半至三十二度間每年僅有數次短暫暴雨而已。於南緯三十二度降雨量約有五英寸。更推向南而雨量迅速增加。三十三度十英寸；三十四度二十英寸；三十五度三十英寸；三十六度四十英寸；三十八度六十英寸；推至南緯三十九度雨量已達八十英寸。在智利內陸的降雨量大於沿海岸，但雖遠至南緯三十度各地雨量均少於十英寸。自南緯三十二度至四十二度間可分別爲三個區：一、沿海岸區沿山脈間的山谷皆比較沿海岸爲乾燥與在安地斯山脈的主幹則雨量較多，且常多雷；二、

約在南緯三十五度至三十八度間每有長時間的豪雨，通稱之爲『坦普拉』(Temporales)。每因河水泛濫兩岸，傷害及於農作物類。三、在中部智利降雨量多在冬季各月；在南緯三十度夏季幾乎完全無雨，但再向南，夏季雨量增加與在南緯五十度全年雨量頗勻稱一致。在北部盛行風信爲西南與在南部爲西風。至南緯四十度則風多暴厲所謂四十度哮風帶(The Roaring Forties)。四十度以北地區海陸風甚強，日間吹向山上，而夜間由山上吹下。乃使夏季氣溫得自然的調劑。在南緯三十三度半聖地牙哥(Santiago)的氣候適宜，空氣安靜，冬季溫暖多日與夏季涼爽乾燥，花圃茂盛，春色滿園。僅於三月底或四月初有一時期的晴霾而頗熱天氣，宛如『秋老虎』(Indian Summer)。北部智利多地震，震源多發於近海海底，每引起極大海嘯，使沿岸地區受地震潮浪災害。至安地斯山高山氣候當分別論之。

第十二章 熱帶氣候

大部份赤道區域有極熱、潮濕而多雨，氣候全年一致，冬夏氣溫的差別甚微。雷雨頻仍而嚴厲，但在赤道地帶往往無氣象災害如颶風、颶風與龍捲風之類。在大部熱帶地區於適中高度氣候經常雖熱，但不趨於極端，氣溫每不超過於華氏一百度而甚少時間低於華氏六十度。熱量與濕度皆令人倦怠與缺乏冷季使人無養息的機會，因此適宜於採取易地調節氣候以益健康。熱帶倘不注意於衛生，熱帶疾病甚易於流行。植物生長迅速而茂盛。金屬易於銹蝕，衣服、紙張與皮革易於霉腐。赤道地區不適宜於工業而有價值的在於原料。而在熱帶氣候適宜的地區乃在於地形位置在高地的地區。熱帶地區普通流行性的病症為瘧疾 (Malaria)，其次為盲腸炎 (Appendicitis) 此或由於受熱帶食物的影響所致。另一種輕微的病症為因熱而臂或腿的水腫 (Heat Oedema)。熱帶地區沿海岸在乾季海陸風分外發達。海風於一日中最熱時間帶來清涼空氣而鬆散暑意；陸風每驟發於晚間或在夜間，亦屬較涼空氣。在赤道氣候在剛果 (Congo) 大雨林與亞馬孫 (Amazon) 河谷皆屬於其極端性型，而在東非、錫蘭與東印度則居於雨林氣候與季風氣候型類之間。

剛果流域及西非鄰近地區 剛果流域為普遍極熱而潮濕氣候。最高氣溫見於日中時分，但永不趨於極端。因雲量與森林籠罩，使此地區永淪為熱坑 (Hot-house)。人居於斯異常困倦。此處大致可分為五區：(一)北緯二度以北，此處有極短的乾季在十二月與二月間，雖此時雨量甚少，然而空氣仍然潮濕而

黏膩與在晨昏間形成一層厚而濕的靄 (Mist)。俗稱卡生波 (Cacimbo) 濛霧或烟靄。當深入內陸，森林轉爲草地，土人在乾季燒草，烟塵四起，使空氣污濁而多霾。在乾季於日落後俄頃，每有強盛而風暴性風起於西方，挾帶塵沙，風速可達每時二十至二十五英里（約每秒十一公尺）。雨季自四月至十月，其間有一中斷期間在七月，但每日清晨與傍晚皆有晴好天氣。初來斯地者一般多喜乾季，但經久居者則寧願雨季氣候。(一)近赤道地區全年有雨，降雨均在午後，一年無季節之分別。在內陸高地居處較適於健康，但在河川下游沼澤之地則多疫疾，尤以在波馬 (Boma) 附近。(二)南緯三度以南氣候與北部地區近相類似，但其乾季在六月至八月或九月。(四)極南端地區喀坦加 (Katanga) 位於南緯十度；東經二十六度爲較乾燥與適於健康的高原氣候。(五)沿海岸地區海陸風盛行，使暑氣頓消。整個地區多有雷雨與龍捲風與西非情況相若。

東非概括肯亞 (Kenya)、尼亞沙蘭 (Nyasaland)、坦干伊喀 (Tanganyika)、烏干達 (Uganda) 與桑西巴 (Zanzibar) 一帶 因地形崎嶇與高度差別懸殊，使東非各地氣候複雜。約在南緯七度以北，北沿海平原約一百英里寬濶，有極熱氣候，其氣溫與濕度周日較差甚大。年雨量並不過大，在大陸上約四十至五十英寸，而在島嶼上如桑西巴與奔巴 (Pemba) 約年雨量七十英寸。自十二月至三月爲最惡劣時期，氣候不變的酷熱與四月至五月爲大雨時期。自六月下旬至九月中旬爲最舒適的天氣。坦干伊喀與尼亞沙蘭自十一月或十二月至四月間有時間較長而強度較弱雨季。氣候在尼沙湖 (Lake Nyasa) 北端，雨量較大。塔波拉 (Tabora) 之東中央坦干伊喀爲半沙漠地區。肯亞 (Kenya) 有兩個雨季即一在十一

月與另一在四月至六月。而後者通稱『長雨』(Longrains)，使行旅困難。自十二月至三月間天氣晴而熱，但在下午時有陣雨。七月至九月天氣涼爽，明朗乾燥，有時無雨。在高原地區，夜間寒冷而晨有濃靄。烏干達的湖澤區域有豐沛雨量，尤以維多利亞湖(Lake Victoria)北岸爲然。全年雨量分配勻致，在四月至五月與八月至十月間下午陣雨特多。近湖區植物繁多，離湖岸愈遠，降雨量亦因之愈減。北部肯亞與東北烏干達皆極熱而乾旱，年雨量均小於二十英寸，此雨量僅在數次短暫時間強盛的雷暴雨中所降落。此類地區皆少有經濟價值與幾無居民。東非其他部份有充足雨量之處皆爲農耕富饒地區。高原地區氣候較爲涼爽，尤適宜於居處。但在若干地區平年雨量僅能適足耕作者，則嚴重旱災有時發生。於此地區倘若清除叢林灌木，則可能形成一種危機改變降雨的性質，使降雨增益其暴厲與猝然間歇，而減少其雨量價值，使降雨歸諸於流失。

北半南美洲泛指波利維亞(Bolivia)、巴西(Brazil)、圭亞那(Guiana)、哥倫比亞(Columbia)、厄瓜多爾(Ecuador)、秘魯(Peru)與委內瑞拉(Venezuela)等國。中美與南美北部安地斯山以東的氣候爲典型的赤道氣候。氣溫甚高但不趨於極端，氣溫年較差甚小而濕度甚高。大部份地區氣候均使人倦怠。在亞馬孫河(R. Amazon)下游與赤道地區氣候皆不適宜於健康，而其地勢較高而較爲乾燥之地，居處較優。環境衛生改善乃爲人爲的問題。巴拿馬運河區昔曾爲瘧疾源地，而今則已番然觀。圭亞那的開雲(Cayenne)通稱爲極不適合健康之地，但此不能悉歸罪於氣候，在英屬圭亞那的喬治鎮(Georgetown)有相同的氣候，而其衛生環境並不如此。此區大致雨量豐沛，但島嶼上多屬乾旱。

例如西阿拉 (Ceara) 與馬拉開波 (Maracaibo) 該處耕作殊屬艱困而難有掌握。南部巴西伸展至副熱帶氣候區域有較冷奮激人體的冬季。在北與東海岸，全年信風清和吹送海岸，但在內陸地區風勢減小。在南部巴西沿海岸，海陸風發展甚盛，在里約熱內盧 (Rio de Janeiro) 海陸風往還殊有規則。海灣阻止其強盛北來與南來的風信。海風發動於正午與下午二時間，使氣溫可下降華氏七度至十度，以消盛暑。在傍晚則常有雷雨發生。一日中最優的時間為清晨，天空晴朗，空氣新鮮。而最劣時間在內陸為午後，尤其在雨季，在下午陣雨以前，空氣鬱悶異常。年雨量變化隨各地方而異，但以一般情形而論，降雨量大時，常風力微小，風向無定。在圭亞那與委內瑞拉的雨季常自五月延伸至十一月。在北部雨季僅有六月至七月一個最高而乾季亦非常明顯。在高地以南平原 (Llanos) 自十二月至二月皆無雨，就若干年經驗，初雨等待到五月。平均相對濕度每低於百分之六十而天空常時晴朗。在委內瑞拉的奧利諾科河 (R. Orinoco) 河谷，濕度甚高，全年各月雨量亦多。在委內瑞拉以西，雨季有兩個最高。美里達 (Merida) 於一月雨量最高，二點六英寸；五月一〇點九英寸；七月四點六英寸；十月一〇點四英寸。在亞馬孫河上游亦有相類似的雨量分佈。圭亞那近海岸，最高降雨量見於五月，而雨量非常豐沛，但九月雨量極少。於南緯二十度以南巴西的東南沿海岸，在十二月至三月間有一最高，而在六月至八月間為最低，七月大抵在各處皆無雨。近伯南布哥 (Pernambuco) 沿海岸，情況適居其反，在六月與七月間為最高而於十月至十二月為最低。雨量降雨時間持續甚久而屬細雨，而不屬於一般熱帶陣雨性質，雷亦甚少。年雨量變化亦大，即各年雨量懸殊。於南部巴西，在緯度十五至二十二度間沿海岸與更南內陸地區

，有顯著的最高在十二月至三月與一個幾近無雨的冬季，但沿岸於二十二度以南概括里約熱內盧在內其雨量年變化甚小。在安地斯山以東，整個熱帶南美地區，雷雨頻繁，於馬托格洛索 (Matto Grosso) 以南與部份亞馬孫河口雷雨日數每年超過一百日以上。僅在英屬圭亞那、亞馬孫河中游與巴西東北角每年雷雨日數少於三十日。自聖洛克角 (Cape San Roque) 沿岸幾至巴伊亞 (Bahia) 一帶幾乎無雷。安地斯山以西雨量非常豐沛，在近赤道地區山麓年雨量超過二百英寸，但向南地區雨量急減。在秘魯沿岸雨量小於二英寸。氣溫在沿岸較低，推向內陸氣溫增高，即地勢較高地區亦然。

東印度羣島、馬來亞與太平洋羣島 在東南亞島嶼地區與太平洋氣候其特徵為均一的熱、高濕與豐沛的雨量。除在山脈背風方向常發生燥風，例如在東蘇門答臘 (Sumatra) 於西季風時期每有布河洛風

(Bohorok)。自十一月至三月間，赤道以北風信皆為東北而自五月至十月間風向轉為西南。在赤道以

南，東印度羣島自十一月至三月盛行西北風，俗稱西季風，而於五月至十月東南季風盛行，俗稱東季風。在冬夏季風蟬替時期，風力多微弱而風向無定。在較大島嶼沿岸於是海陸風繼起。在東經一百五十度以西於太平洋小島上則全年盛行信風，氣溫年變化甚小，於赤道以北最熱時期在六月至八月間而最涼時期於一月至二月間。於赤道以南，最熱時期在一月至三月間，而最涼時期在七月與八月。近赤道地區有二個最高大約在五月與十月。在大的島嶼內陸氣溫可能過度增高，在菲律賓羣島中於呂宋島 (Luzon) 土開爪洛 (Tugueguaro) 地方在溫較差達華氏 111 度至五十四度。在此地區降雨量多猛烈而為雷雨，且屬頻繁。在爪哇 (Java) 茂物 (Buitenzorg) 地方平均雷雨頻率年達三百二十一日。近赤道地區，

全年降雨量分配均勻，但更南或更北，在崎嶇的島嶼有顯著的乾季與濕季。雨量多降落在迎風海岸。於赤道以北，島嶼東岸自十月至二月間爲雨季與西岸自五月至十月間。於赤道以南地區其雨量分佈情況適得其反。小的島嶼其離去赤道較遠而充分曝露於風者，氣候每舒適而健康。可可斯奇林 (Cocos-Keeling) 島爲熱帶中最適於健康的勝地。在大的島嶼受障蔽的低窪地區氣候每令人倦怠而不適於健康，但在爪哇的托沙里 (Tosari) 與馬來亞的喀麥隆高地 (Cameron Highlands) 皆爲高山避暑養息的勝地。北緯五度以北常有颱風的發生，尤其在菲律賓羣島，每年有四、五次嚴重颱風的侵襲，大抵在七月至十一月間，而以十月爲最高。當颱風襲擊馬尼刺或其他城鎮時，每受嚴重的損害。在東印度羣島極東南端島嶼則偶在十二月至四月間受風暴的侵襲。在近赤道地區常無風暴 (Cyclones) 的踪跡，但在麻六甲海峽有強暴的西南颱風，同時有雷與暴雨，此類暴風大抵產生於四月與十月的夜間。太平洋中似田園的小島常受颱風或風暴於長時期間斷的侵擾。每次颱風掃過島嶼即受慘重災害。一八八六年三月三日與一九〇四年一月二十一日風暴襲擊飛枝羣島 (Fiji Is.) 島嶼上不僅房屋遭受損壞即如椰樹及其他經濟作物悉被風暴潮浪沖刷而去。一八八九年三月十五日薩摩亞羣島 (Samoa) 的阿比亞島 (Apia) 受暴風襲擊一隊戰艦遭逢毀滅。一九二五年十二月由農 (Union) 與科克島附近亦有類似情事發生。風暴與颱風發生於南、北緯度五度間者殊稱罕聞，但於一九二七年十二月在吉耳貝特 (Gilbert) 與艾利斯羣島 (Ellice Is.) 附近於北緯三度處竟有郵船布他利他里 (Butaritari) 號遭風暴而沉沒於海上。

錫蘭 (Ceylon) 錫蘭氣候可分爲三區：即西海岸、東海岸與山地內陸。西南與西海岸得以可倫坡

(Colombo) 爲代表，氣候常熱而濕，其年雨量近一百英寸與在可倫坡平均氣溫較差僅自十月間華氏八十四度至三月與四月間八十八度。植物繁茂。錫蘭有二個主要雨季：一爲於西南季風爆發之後自四月或五月至七月與另一時期爲十月及十一月在西南季風與西北季風交替的時期。在居間時期常爲晴天。蒲氏五級西南風，但偶有強烈陣雨。乾季在一月與二月，當西北季風盛行時倘無山脈的屏障，在乾季各月亦非完全無雨。於東海岸降雨量不若西海岸之豐沛，年雨量約六十英寸而降雨時期多在東北季風時節於十月至一月間，其他各月雖非無雨然而皆比較乾燥，植物繁植情形亦轉較差。東北季風季節氣溫較低而涼。東岸的垂空馬里 (Trincomalee) 平均氣溫於十二月與一月爲華氏七十八度，而於五月至七月爲華氏八十五度。在山中主要雨季延伸自六月至十月，此時期山頂多籠罩雲冠。在六千英尺高度，氣溫低降至舒適程度，約在華氏六十度左右。高山地區皆轉而爲消暑勝境。在哥倫坡登山優良時間在東北季風之初，當時陸風 (Land Wind) 發動，而此時適爲西岸不適於健康理想的季節。

第十三章 沙漠、山岳與極地氣候

自然地理環境每賦予人類活動的障礙及謀求經濟發展上的困難。此類地區如因雨量缺乏而形爲沙漠；因地形崎嶇，海拔過高而產生交通上的困難；因氣候嚴寒，冰雪永封，而使人無法移殖居住。但時至今日，沙漠將能轉化爲綠野，高山已無復爲交通上的障礙，而冰洲亦將非永淪爲無人地帶。此類地區與物產富源，祇待假以時日，必將爲人類征服自然的困難而予以廣大的運用。

沙漠氣候 小規模的沙漠形態可能起於土壤的瘦瘠，不能適宜於農耕，或由於自然因素；或因人爲的土力耗竭；或由於表土組織的多孔，水分滲透過速，植物無法栽植。世界大規模的沙漠形態，大抵均由於雨量缺乏與蒸發過於旺盛。在極地區域以外，任何地區平均年雨量在十英寸以下時，若不施以灌溉，即形成爲不毛的沙漠。世界各大洲沙漠面積之多，殊值得爲人類的注意，茲將各洲沙漠面積，列之如下：

洲名	沙漠面積(平方英里)	大陸百分比
非洲	三、六三〇、〇〇〇	三二
亞洲	一、一六五、〇〇〇	七
北美洲	四五八、〇〇〇	五
南美洲	五八二、〇〇〇	九

澳大利亞 一、〇九〇、〇〇〇

三七

此大沙漠面積的近乎一半為撒哈拉 (Sahara) 與阿拉伯沙漠，在北緯十五度至三十度間自大西洋以伸展至印度洋。沙漠的特徵，在雨量缺少以外，則為強烈日射 (Insolation) 與極大的氣溫日較差及年較差，日間空氣中相對濕度甚低，而蒸發極強與塵沙風暴活躍。在撒哈拉沙漠中央以因撒拉 (Insalah) 為代表，而在中亞則以廸化 (Urumsai) 為代表，其氣溫日平均最高與最低與其日較差值，(以華氏表計) 分別排列於後：

日平均最高溫 日平均最低溫 平均日較差	因撒拉		廸化	
	一月	七月	一月	七月
日平均最高溫	六九	一一七	三一	九四
日平均最低溫	四〇	八二	零下二一	五〇
平均日較差	二九	三五	五二	四四

在因撒拉記載所得極端最高為華氏一三三度 (攝氏五〇·一度) 極端最低為華氏二十五度 (攝氏零下三·九度)。據在利比亞的的黎波里坦尼亞 (Tripolitania) 阿齊齊亞 (Azizia) 於蔭處低地受四周岩石日射熱量反射的影響記載得世界蔭處氣溫最高紀錄為華氏一百三十六度 (攝氏五十七度)，而在美國加州死谷的最高溫記載為華氏一百三十四度。地面曝露於日下在日間氣溫升至最高而在日落以後迅速熱量輻散冷卻，經夜間至晨曦而達一日中最低氣溫。在地面鬆散的沙土中氣溫可熱至華氏一百七十度。

此種沙土表面因熱度若是強烈，人類已不能步履其上。沙漠中士兵寧願受敵人鎗彈，亦不願臥伏沙上受熾熱煎熬。大塊巖石溫度的增高比較稍差，記載曾達華氏一百六十度，但熱量透入岩石內部，其溫度冷卻亦較緩慢。篷帳之內極熱，因此夏季宜圍厚牆及重疊屋面或建築地下室，以禦盛暑炎威。在極熱日期相對濕度可低至百分之二或三，乃屬常見。其乾燥力則純視乎空氣的飽和差 (Saturation Deficit)，或在空氣中實有水汽量與在同一溫度空氣達飽和時水汽含量的差比。乾燥力的大小亦與風力的強弱成正比。於七月在因撒拉 (Insalrah) 於日中在蔭處平均飽和差為每立方公尺空氣中虧水汽量六十四克，比較倫敦僅為九克，其差異之大可以想見。飽和差與溫度及相對濕度的關係，可參看本書附錄二。在沙漠地區於日中不僅相對濕度甚低，且氣溫較差甚大，在夜間空氣常達飽和而凝結露滴。由於晝夜氣溫的變遷，空氣體積漲縮殊甚，罐頭若密封欠善，即日間乾燥，夜間潮濕，物質隨即轉壞。戈德曼 (J. Gottmann) 曾介紹空氣中提取水分方法，其原著見美國地理評論第三十二卷第六五九頁。以在撒哈拉沙漠中所見事實為引證。據稱可以建立金字塔，空氣中水汽即在石塔膚表因氣溫低降而凝結一部水氣，聚落其下而收集之。一石灰石金字塔底邊三十英尺，於冬季雖僅見微量水氣，但在夏季每日可得四品脫 (Pint) (一品脫約等於零點四七公升)。同一類似錐體建築於克里米亞 (Crimea) 在無雨之日可得八十加侖 (一加侖約等於四夸爾 (Quart) 一夸爾約等於一點一公升)。此種方法，閔陀韋茲 (W. Midowicz) 謂由來已久，其在歷史記載見倫敦氣象雜誌第七十七卷第十八頁。此外沙漠氣候主要的特徵為空氣盛行含有塵沙特性 (Dustiness)。僅在罕有降雨風暴之後外，空氣中常飽含微細霾點，無孔不入，而深透於裂

隙間。於炎熱下午，塵沙旋轉為沙柱，當風力強大的，幾有天眩地轉之感，行旅艱難。在北非與阿刺伯最惡劣的現象為西蒙風 (Simoom) 或稱為『毒風』 (Poison Winds)，或稱為奇奇里 (Chihili)，又稱為吉勃利 (Ghibli) 皆屬同類性質的塵旋風，但其強烈程度更甚於埃及的喀新風 (Khamasin) 與蘇丹的哈布風 (Haboobs)。西蒙風為一陣炎熱空氣，每隨同濃厚塵雲或飛沙，使視程縮短至數碼以內。炎熱程度極高，最高溫度可達華氏一百三十三度，與空氣幾乎熾熱發光。空中塵沙與乾燥程度不僅影響及於眼疾，且能影響及於神經系統，在的黎波里 (Tripoli) 稱為吉勃利症 (Ghiblitis)。炎熱而乾燥的風可以移去人體大部份的水分，因而必須補充以等量的水分，以達體內水分的平衡。發汗使一部鹽分散失，因之亦須有待於食物或鹽水的充實，否則即將發生受熱痙攣 (Heat Cramp)。人體出汗蒸發乃屬於自然的現象以維持體溫正常。倘若人體出汗不能合於常態，則應遠避於炎熱乾旱氣候與特別在沙漠地區。當氣溫高於體溫差別巨大時，於是感覺眼暈，空氣除相對濕度甚低外帶來更多熱量到人的身體上，常超過於人體汗線所能平衡的容量。倘體溫上升過高，中暑現象繼之，嚴重的情況足以致人於死。空氣中的塵沙，對於機械最易於損壞。輕微的風已足以揚起塵沙。裴耿諾 (Bagnold, R. A) 於倫敦地理學報 (Geographical Journal) 第八十九卷第四〇九頁中，風對於塵沙運輸的能力 (The transport of sand by wind)。在風力每秒二點五公尺 (約等於每時五點六英里) 時，已能形成沙邱 (Sand Dune)。在最低限風速以上，塵沙運輸量約與風速的立方成正比。沙漠國家中鐵路車頭在行程經過時所生的風，足以使空氣中充滿塵粒的直徑達一百微米 (Microns) (約等於十分之一公厘)。車頭的通風過濾體系僅

得排除塵沙質點大乎五十微米（按一微米等於千分之一之公厘）與汽筒所能容許的塵粒直徑不能大於十微米，以保持潤滑油淨度。客車中的通風問題有類似的困難，因此隔絕外界空氣而採用空氣調節體系始為完美的理想。塵沙可磨擦去漆畫物品與一次塵暴可剝去汽車的表層而轉露鋼板的原形。在伊朗於夏季有『十一旬風』（Wind of 120-days）歷經數世紀之久，侵蝕牆垣與建築。沙漠亦對於居民安置特殊的生活方式。因氣候炎熱其衣着須輕鬆而寬大，阿拉伯人都穿大袍（Burnoose）與闊褲（Baggy Trousers），頭上均戴頭巾（Turban）。綠洲中無樹木可尋，居民所住房屋均賴日光曬乾的泥磚（Adobe）為之。至於游牧的阿拉伯人則居於蓬帳中，隨帶牛羊擇水草而居。阿拉人為最早創導『乾洗』（Dry-cleaning）的代表，在可蘭（Koran）經典中以沙代水作儀禮上的受洗，可為原始的例證。在其他沙漠地區雖其雨量或尚更少，但其嚴重情形均不如撒哈拉沙漠。在秘魯沙漠中有若干地方竟在數世紀中未嘗見雨。在北部戈壁（Gobi）沙漠中於冬季北風怒吼，氣候凜冽異常。在情況稍輕的沙漠，如在埃及，於冬季為較健康而愉快的季節。在沙漠如能加以灌溉，如埃及、伊拉克、美國西部皆屬富饒果實。因有充足的陽光，極高的溫度使穀物豐登，一年中可能達二次或三次的收成。

山岳氣候 山岳氣候的特徵為空氣密度與溫度隨高度增進而低減；與降水量隨高度增進而增加的現象。在山脈的向風面與背風面有顯著的雨量與溫度的差別及各處山谷間地方氣候的差異。大致平均氣壓變化及空氣密度與高度的關係得以下表表示之。

附表四十四 氣壓及空氣密度與高度的關係

高度 (英尺)	溫帶區域	副熱帶區域	氣壓 (毫巴)	密度 (每立方公尺克數)
5000	10,000	15,000	110,000	
845	676	573	470	
1,070	880	770	660	
847	686	586	485	
1,020	850	745	640	

空氣密度與大氣壓力成正比例而與大氣溫度成反比例 (溫度以絕對溫度 (攝氏度數加二七三) 為準) 。在一廣濶高原上於炎熱之日空氣密度可能為百分之五至十小於前表所列的數值。空氣密度直接影響及於人類生活與機械運用。空氣密度在高度七千英尺以下與人體不生影響，在此高度限度以上對於人的肺部呼吸即需要增多氧氣。在一萬英尺以上，倘缺乏充足氧氣可發生貧血 (Anaemia) 與肌肉軟弱現象，但在安第斯山於一萬四千英尺高度居民仍不感顯著的困難。據喜登山者言，有高山病與失眠症 (Insomnia) 病患常於經過數日之後，即能平服水土 (Acclimatization) 。機械的影響亦至顯著，譬如於東非在高原機場飛機起飛時其引擎效率低減，其舉力在同一速度時直接與空氣密度成比例。此對於飛機可能載重有甚大差別。空氣密度且對於物體內燃機的加速有影響。在另一方面風壓在同一空氣速度係與密度成比例

，因此高速風阻力往往隨高度增進而降低。在高山地區由於空氣密度減低因而常有強勁的風力，以達其平衡狀態。氣溫亦隨高度的增加而低減，大致在平地每升高一千英尺，氣溫約低減華氏三度，但此垂直遞減率不適用於山岳地區，因在山坡地區氣溫常與山谷間氣溫相若，甚或較暖。茲調查秘魯南部各地年平均氣溫與其高度比較如次：

附表四十五 秘魯南部各地年平均氣溫及其高度

地 名	摩倫多 (沿岸) Mollendo	拉 霍 雅 La Jorja	阿累奇帕 Arequipa	普 諾 Puno	維 諾 卡 雅 Vincocaya	密士底 El Misti
高 度 (英尺)	八〇	四、一四〇	八、〇四一	一一、五三九	一四、三六〇	一九、二〇〇
氣 溫 (華氏)	六七·二	六三·七	五七·八	四七·五	三六·七	一九·二

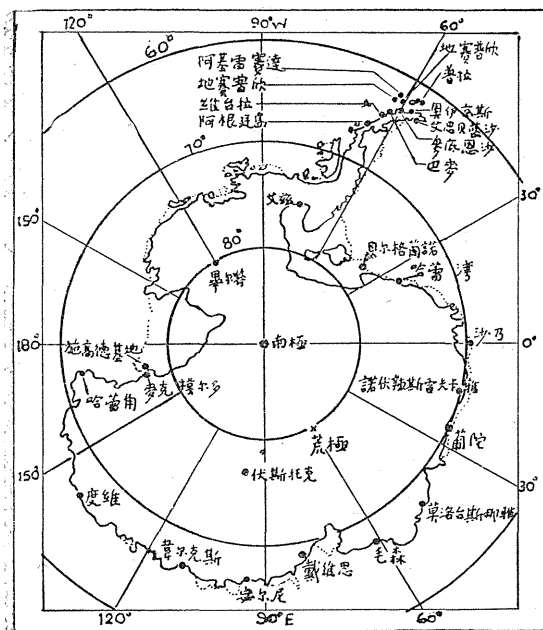
山岳地區年平均氣溫較差甚小，在哥倫比亞的波哥大 (Bogota) 與厄瓜多爾的基多 (Quito) 等處地近赤道，高度約在八、九千英尺。其氣候每稱爲『永久常春』 (Eternal Springs)。永恆的事物，每令人有厭倦的思想。山岳區背風山坡每比較迎風山坡氣溫爲高，蓋由於暖而燥的空氣常翻過山脊而下沉，使空氣有增溫現象。阿爾卑斯山的焚風與落磯山的欽諾克風皆爲顯著的例證。此種類似性質的風可能在世界任何地區產生，僅需其地理環境相符合而已。一地降雨量的多寡在山岳區其山坡對於風向的向背與曝露的環境有密切的關係。在迎風面山坡倘其山脈面海每有非常豐沛的降水量，年雨量可達二百英寸以上。若在背風方向或在內陸地區雨量則將大減。降雨量每隨高度增進至七、八千英尺。隨地區所在的

緯度變化，在近赤道處增大而在近兩極處減小。高度增進與降水量的比例每與降雪增加有連繫，於最大雪量地帶每在最大降雨地帶以上。最適宜而能有規律的水資源，以供應灌溉或水力發電乃在於有豐足多季雪量地區，在山頂積雪於春夏季節能逐漸融解爲水，而得以利用爲農業或工業上的需要。驟然的暴雨皆多危險性，因在窄狹山谷中易於引起山洪暴漲而頓成水災，山谷中河水水位於數小時間可升高六十英尺。山岳地區因空氣層稀薄與雪面反射作用，強盛的日射與冷空氣的振奮精神及輕快的風與山色的秀麗相與結合，使山岳地區轉而爲療養勝地或假日游息之所。山岳地區亦富有礦藏與林產富源，可資人羣作天然資源的啓發。至於高原氣候比較山岳氣候趨於極端，北美高原氣候已見前述（參看第二三三頁）。西藏高原居於亞洲之脊，其平原高度在一萬二千英尺，有甚嚴寒冬季但極熱夏季。西藏東部於夏季西南季風時期有適當的降雨量與富饒農產物。雨量並不太多，但能持續滋潤土地。冬季乾燥有少許雪量，風力強勁而刺骨。西部西藏雨量較少，但在冬季雪量則較多。

北極氣候 在北極地區於夏季太陽常在地平以上與於冬季常在地平以下。在高緯度中生活寒冷爲主要的特徵。雖在盛夏，太陽在天空高度甚低，但日間時間甚長，地面所收受的熱量足以與溫帶相並。於大陸地區冬季非常嚴寒，於二月平均氣溫爲華氏零下二十五度（攝氏零下三十一點七度），其絕對最低可達華氏零下六十度，天氣大致晴好，雪量甚少。在平原冬季冗長，但向南坡地於春季轉暖甚快，積雪融解亦早，土壤溫度高於空氣溫度，此類地方有較良好地方氣候。夏季皆短而涼，於七月平均氣溫爲華氏四十度，（攝氏四點四度）。而大致爲陰暗天氣，而常有雨或雪，但無陣性暴雨。夏季最大的慊惡，

尤其在苔原 (Tundra) 地帶，有普遍的蚊患，整日困人。在北冰洋受冰塊封凍的沿海岸，氣候爲分外嚴厲。冬季雖不若內陸的苦寒，但屬於冗長而淒愴；夏季甚爲短暫，不過一、二個月間，冷、霧與有雨。在流注北極洋諸大河川的河口於春季由於上游冰塊的崩解每形成水災與水塞 (Ice-jams)，使此地區無法交通。最良好的北極氣候發生在沿海岸受暖流冲刷的地區如在冰島 (Iceland) 南端與斯匹茲卑爾根 (Spitsbergen) 西南部。在格陵蘭東海岸與西海岸於冬季亦未見過分寒冷，氣溫曾有超過華氏七十度 (攝氏二十一度) 記錄。在西格陵蘭氣溫變化特別複雜，於二、三日間，氣溫變化可差至華氏七十度以上。北極地區最有經濟性重要部份乃概括阿拉斯加、北部加拿大與拉布拉多 (Labrador)。北極帶 (Arctic-Zone) 沿阿拉斯加西岸與北岸形成一窄狹地帶而向東擴展，其南方疆界約自北緯七十度與西經一百六十度 (阿拉斯加西北) 至北緯五十五度拉布拉多東海岸與南下拜耳島 (Belle Isle) 沿岸。氣候凜冽，冬季非常嚴寒，所有水道與土壤凍結，而苔原積雪受風壓束形爲固體雪塊，而吹送到處。全年在沿海岸多爲冰塊凍封，而僅於夏末數月間得以通達。夏季短暫而涼適，在罕有熱浪期間，氣溫可高至華氏五十度 (攝氏十度) 以上。於此地區北部與東北部份土地經常凍結深度達一百至二百英尺，於夏季地面融解僅及數英寸，當時表層土壤鬆軟而卑溼。降雨量少但蒸發量亦小。因此湖沼河川皆維持高溼。在暮春季節解凍伊始，地面溼泥形爲一片沼澤 (Quagmire)。沿白令海峽 (Bering Str.) 西部阿拉斯加在此地區中似較他處爲溫暖，但氣候仍是潮溼而多霧，於冬季多雪。在哈得孫灣 (Hudson Bay) 鄰近於夏季亦屬於潮溼多霧，日間氣溫亦低。在拉布拉多沿海岸因北冰洋的漂冰 (Ice-drift) 情況更屬可怖

，而此處內地氣候轉佳。在此整個地區中適於農耕土地僅有甚少數地方，其重要產物為礦物與皮毛。
 南極氣候 北極地區為一片海洋，而南極地區為一塊大陸，稱為南極洲，係屬一片冰漠，其面積約為六百萬平方英里，相等於澳洲與歐洲的總和。其地除探險家會到達以外，至今尚無居民。南極洲冰冠上氣候因無測站作整年氣象記載，因此氣候記錄，均屬於零星片段。自從一九五七年掀起第三屆國際地球



附圖六十二 南極洲主要氣象觀測站地理位置

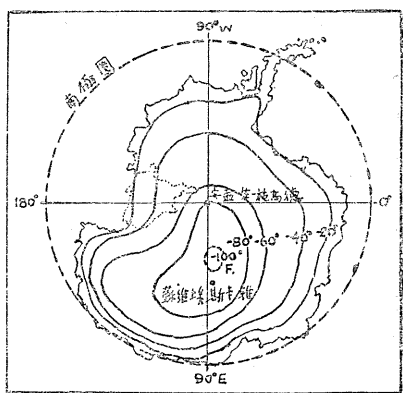
物理學年科學活動以來，南極洲各項科學觀察結果，人類對於南極洲的概念，已番然改觀，氣候方面亦不在例外。於國際地球物理學年中參加南極探險國家有阿、澳、智、法、英、日、紐、挪、南非、蘇、美等十一國。氣象觀測資料，雖已有若干論文發表，但至今尚無完整體系研究。茲就美、蘇於南極建立各主要氣象觀測站地理位置先作說明，以便於討論氣候時的參考。（參看附圖六十二南極洲主要氣象觀測站地理位置圖）
 在國際地球物理年觀測以前，世界各地氣候記錄，以在西伯利亞的凡爾霍揚斯克

附表四十六 南極洲部份氣象觀測站地理位置

地名	緯度(南)		經度		高度(公尺)
	度	分	度	分	
畢爾特	七九	五九	一二〇	〇一(西)	一、五二五
艾茲	七八	一八	七八	〇〇(西)	四五七
哈蕾	七二	一八	一七〇	一八(東)	四九
麥克模爾多	七七	五一	一六六	三七(東)	三〇五
南極	九〇	〇〇			三、〇六一
韋爾克斯	六六	一五	一一〇	三一(東)	九一
密爾尼	六六	三三	九三	〇一(東)	三五〇
奧益西斯	六六	一六	一〇〇	四五(東)	二九〇
潘尼卡雅	六九	四四	九五	三〇(東)	二、七〇〇
伏斯托克(一)	七二	〇八	九六	三五(東)	三、一四〇
伏斯托克	七八	二七	一〇六	五二(東)	三、四二〇
蘇維埃卡雅	七八	二四	八七	三五(東)	三、五七〇
科蘇摩斯卡雅	七四	〇五	九七	二九(東)	三、四二〇

(Verkhoyansk) 爲世界的寒極 (Cold Pole)。該處位於北緯六十七度三十三分與東經一三三度三十三分

分，海拔高度爲一二二公尺。凡爾霍揚斯克於一八九三年二月五日至七日測得絕端最低氣溫爲華氏零下九十度（攝氏零下六十八度），但在從事於南極氣候觀測以來，始知南極洲的伏斯托克（Vostok）的寒冷程度，更凌駕於凡爾霍揚斯克以上。伏斯托克於一九五八年五月一日測得最低氣溫爲華氏一〇四點八度（攝氏零下七十六度）；於同年八月五日又測得最低氣溫達華氏零下一二五點三度（攝氏零下八十七點四度）。在一九六〇年八月二十四日測得最低氣溫爲華氏零下一二七度（攝氏零下八十八點三度）。



附圖六十三 一九五八年六月南極洲冬季地面氣溫分佈

此爲目前世界最低氣溫紀錄，因而世界的寒極，亦自北半球的凡爾霍揚斯克而移至於南極洲南極附近的伏斯托克。在南極（即安孟生與施高德站）於一九五七年九月十七日測得最低氣溫爲華氏零下一〇二點一度。南極在冬季平均氣溫約在華氏零下七十三度左右。在南極冬季冗長的寒夜中百分之九十，氣溫均低於零下五十八度。平均風速約在每時十五英里，但瞬間陣性最大風速曾達每時五十四英里。南極上空風向無定，但風速甚強，可達每時一百三十英里。整個冬季平靜無風期間甚少，僅有二十五小時而已。南極於九月上旬與中旬爲最寒冷時期，平均氣溫爲在華氏零下八十三度至九十度左右。南極中心氣候似較寒極中心伏斯托克爲溫暖。一九五七年南極洲氣候比較其前五年氣候爲較暖，但在一九五八年氣候較爲寒冷。南極洲冬季地面氣溫分佈可參看

附圖第六十三圖。南極洲各主要氣候觀測站的月平均氣溫紀錄，亦列入附表第四十七表。在南極洲沿岸月平均氣溫顯示有驟然低降時期，在內陸與南極地區於次年冬季即可能於紀錄中顯示其影響。在南極近地面有顯著氣溫逆增層的存在。在地面三十英尺以上氣溫約高於地面華氏二十七度，在一四〇〇英尺處，氣溫高於地面達華氏七十二度，自此高度以上氣溫始隨高度增進而減低。因南極測站在海拔九二〇〇英尺高原上，空氣比較乾燥，其輻散熱量亦比較其海平面空氣為多。在北極地區為深海，北極洋面僅籠罩以十五英尺厚度的漂冰，但仍能由水下傳遞熱量以至空氣層中。至於在南極洲上則其情形適反，地面積水厚度在南極洲西部畢爾特站達一萬英尺，至於在南極洲東部內陸，積水厚度或更大於此。在南極洲中央內陸比較實際南極高出四、五千英尺。因其地酷寒與困難，稱為荒極 (Pole of Inaccessibility) 乃為伏斯托克 (Vostok) 所在地點。亦即為今日世界的寒極。至於在南極洲的美國氣象觀測各點在畢爾特站風信多為北風或北東北風，而風速則於冬季大於夏季，最大風速均在每時六十英里以上。在小亞美利加盛行風向為東南，但最強勁的風則均為北風或東北風。在南極——安孟生施高德站盛行風向為東北風，東南與西北風則屬罕有。在蘇聯建立的氣象站密爾尼測得全年盛行風向多為東南風或東南南風。在伏斯托克則為南風或西南風。平均風速在寒極除十月份達每時二十八哩外，其他月份均在每時十哩左右。在高嵩冰冠上測站如伏斯托克、蘇維埃卡雅、及科蘇摩斯卡雅等處皆比較沿岸各站為優，而不受吹雪困擾。於冰冠邊緣處受地形氣候影響下坡風 (Katabatic Winds) 殊稱顯著。在美國七個氣象測站中以韋爾克斯氣候較為最暖，且風力亦弱。盛行風向為東東南風，冰冠上下坡風影響亦在勢力所及範圍。最大風速曾達每

附表四十七 南極洲各地月平均氣溫分佈

地名	氣溫	年份
小亞美利加 Little America	月平均 (華氏) 最高 最低 10.0 10.0 15.0 10.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0	一月 二月 三月 四月
南安普生—施高德 Amundsen-Scott	月平均 (華氏) 最高 最低 零下六.一 零下九.九 零下六.一 零下九.九 零下六.一 零下九.九 零下六.一 零下九.九	一月 二月 三月 四月
畢爾特 Byrd	月平均 (華氏) 最高 最低 四.一 零下三.四 三.三 11.5 零下二.三 零下四.一 零下二.三 零下四.一	一月 二月 三月 四月
哈雷灣 Halley Bay	月平均 (攝氏) 最高 最低 零下五.四 零下九.四 二.0 零下四.二 零下三.三 零下三.七 零下三.三 零下三.七	一月 二月 三月 四月
韋爾克斯 Wilkes	月平均 (華氏) 最高 最低 11.0 11.0 11.0 11.0 11.0 11.0 11.0 11.0	一月 二月 三月 四月
麥爾尼 Muiry	月平均 (攝氏) 最高 最低 零下九.九 零下十一.四 零下九.九 零下十一.四 零下九.九 零下十一.四 零下九.九 零下十一.四	一月 二月 三月 四月
伏斯托克 Vostok	月平均 (攝氏) 最高 最低 零下三.三 零下五.九 零下三.三 零下五.九 零下三.三 零下五.九 零下三.三 零下五.九	一月 二月 三月 四月

世界氣溫最低紀錄為一九六〇年八月二十四日伏斯托克記載為攝氏零下八

時一〇五英里。在南極站於平流層一七點七公里高處曾測得氣溫達攝氏零下九一點二度。在哈蓄測站盛行風向亦多為西南與南西南風。測得最高陣性風速亦達每時一百十四英里。至於沿羅斯海水灘 (Ross Sea Ice Shelf) 的麥克模爾多站於四月至九月間平均氣溫為攝氏零下二三點九度，其他六個月平均氣溫為攝氏零下九點四度，氣溫自屬較暖，但其瞬間最高風速亦曾達每時九十七英里。至於南極美國各站的最高最低氣溫可以摘要排列如次：

站名	氣溫 (攝氏) 與日期		
	平均	最高	最低
小亞美利加	零下二二·二	四·四 (一月三日一九零七)	零下五·〇 (五月廿四日一九零七)
畢爾特	零下二七·六	零下四·四 (十二月廿九日十二月廿九日一九零七)	零下五·七 (六月廿六日一九零八)
南極 (安孟生—施高德)	零下四·七	零下二·四七 (一月十七日一九零六)	零下四·五 (九月七日一九零七)
艾爾斯完斯	零下三·三	一·八 (十二月廿五日一九零七)	零下五·六 (五月廿五日一九零八)
韋爾克新	零下八·二	八·〇 (一月九日一九零六)	零下三·〇 (七月廿四日一九零七)
哈蓄	零下二·一	五·七 (一月廿五日一九零六)	零下四·〇 (八月廿三日一九零八)
麥克模爾多	零下二·七	四·四 (二月四日一九零六)	零下四·一 (八月廿三日一九零八)

至於在南極各站降水量分佈情形，茲就各處所見記錄中，約略摘錄如下，以供參考。

附表四十八 南極各站降水量分佈 (雪量以降水等量計算單位仍採各站原單位)

地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年
畢爾特 (一九五七年) (英寸)	1.24	0.71	0.66	0.71	0.66	1.27	2.33	1.50	2.27	3.24	0.05	0.05	16.68
小亞美利加 (一九五七年) (英寸)	—	0.26	0.26	0.26	2.23	1.50	0.27	0.19	0.33	1.16	0.26	—	—
韋爾克斯 (一九五七年) (英寸)	—	—	0.60	2.00	1.90	1.05	1.95	1.75	0.80	1.30	1.60	0.30	—
南極 (一九五七年) (英寸) 安蓋生—施高德	—	—	—	—	—	—	1.45	1.50	0.26	0.67	—	—	—
伏斯托克 (一九五九年) (公厘)	(0.01)	(0.01)	(0.04)	(0.23)	(0.20)	(0.15)	(0.12)	(0.13)	(0.07)	(0.06)	(0.01)	(0.02)	(1.67)
	0.04	0.01	1.11	5.9	1.8	6.2	3.5	5.6	1.8	1.5	0.6	1.1	41.0

* 註：在括弧中數字為約略相等降水值以英寸計。

南極洲各站所見雨量均甚稀少，且所有降水量多屬雪或霰。其降水量均以雪溶解後，以其降水等量 (Water Equivalent) 計算。畢爾特站於一九五七年降水量似見分外豐富，年降水量有一六點八八英寸 (約相等於四二九公厘)。該站於一九五八年年降水量僅有一點七五英寸，於一九五九年年降水量亦僅有一點二一英寸。南極站的降水量於一九五七年冬季尚見豐富。至於一九五九年伏斯托克年降水量祇有一點六二英寸。在一年有雪暴日數二十四日，但有吹雪日數竟達一百十四日。又查小亞美利加於一九五

七年五月降水等量爲二點三一英寸，但積雪厚度竟達二二點一英寸。該站六月降水等量爲一點五英寸，相等的積雪量亦達一五點六英寸。可見於南極降雪都屬於乾雪的型類。

第十四章 氣候與文化

文化的涵義 『文化』(Culture)名辭的涵義，據韋士德(Noah Webster)辭典解釋係指一民族於一個地區在一時期內的文明(Civilization)發展與進步，亦即囊括其思潮、習俗、技藝、建設與教育種種，統在其中。至於所稱文明蓋爲文與野之分，而言人羣社會在文學藝術與科學上的進步。王融曲水詩序：『設神理以景俗，敷文化以柔遠』。論語雅也『質勝文則野，文勝質則史』。文謂詩書六藝之文。史記伯夷傳：『文學者載籍極博，猶考信於文藝』。所謂六藝者禮、樂、射、御、書、數也。由此可見文化之涵誼至爲廣泛。是故文化的產生每囿於氣候與地理的環境。英國氣候學家米勒(A. Austin Miller)曾云：『氣候學深潛縝密交織於人類日常生活中而制御其日常生活與習慣。美國柯羅拉多大學教授葛理斐(Howard J. Critchfield)則稱氣候學闡述世界各地氣候的差異及其與人類活動的關係。因此顯見一地區的文化爲其氣候環境的產物。』

人類生活的氣候背景 人類生活要不外乎食、衣、住、行四項。禮記月令：『孟夏麥秋至』。陳灝集說：『秋者，百穀成熟之期，此於時雖夏，於麥則秋』。釋惠洪詩：『花信風來麥浪寒』。言田間麥穗，因風颺蕩，似浪起伏。江淮船戶乃稱陰曆五月東北風曰麥信。禮記又載麥食、脯羹雞羹，可見古人以麥爲主食，亦因華夏文化發迹於黃河流域。中國在華北人民以麥食爲主，但在江南則以米食爲主，此亦由於氣候地理環境所使然也。就世界人類而言，亦以麥食爲宗。蓋麥之品種繁多。一般而論，麥可分

爲三大類，冬麥、春麥與變種麥 (Intermediate)。麥的生長地域可向北推至北緯七十度蘇聯的滿曼斯克 (Murmansk)，而向南可推至北緯二十度墨西哥的脫拉內潘脫拉 (Tlalnepanitla)。以春麥論自播種至成熟期約需八十天至九十天光景。其生長期平均溫度概在華氏六十五至六十八度 (攝氏十八至二十度) 左右。其所需溫度積 (Accumulated Temperature) 約在華氏一千八百日度 (Day-Degrees) 以上。播種日期較早者，其所需生長期日數較多。春麥播種時期大抵在四月中旬至五月中旬之間。世界上種麥面積百分之五十以上在年雨量十五至二十五英寸地區。但年雨量在十五英寸以下或在四十英寸以上者種麥面積均在世界總面積百分之十以下。黃河流域開封年雨量二十三英寸 (五八二公厘) 太原年雨量十五英寸 (三八四公厘)，西安年雨量約二十一英寸 (五二七公厘)。北平年雨量爲二十三英寸 (五八六公厘)，以上各地年雨量均屬於種麥適宜雨量地域範圍。長江流域一帶平均年雨量約在四十英寸至六十英寸 (約一千至一千五百公厘)。至於在珠江流域年雨量平均在八十英寸 (約二千公厘) 以上。由於氣候的環境支配多爲栽種稻米地區。而氣候的環境遂賦予人羣以南人食米，北人食麥的習慣。

中國素以產茶，馳名於世。約於公元六五〇至一千年間，唐代陸羽撰茶經三卷，考述品茶藝術，凡有十類。宋代蔡襄撰又作茶錄上下二篇，延至清朝，陸廷燦有續茶經三卷。中國人喜茶與歐美人樂飲咖啡，可相匹敵。吳應箕南都紀聞：『金陵柵口有五柳居，萬曆戊午年 (一六一八年) 一僧賃開茶舍，宜壺錫瓶，時以爲極湯社之盛』。在吾梓鄉姑蘇有吳苑，終日茶客如流，亦爲文人雅集之所。至於南粵一帶飲茶之風更盛。茶與咖啡爲同類飲料。茶含有茶精 (Tea-caine)，而咖啡則含有咖啡精 (Caffeine)

，同係屬於一種刺激因素 (Stimulating Factor)。茶精可以加速血管中食物消化而增進其功能的活動 (Functional Activities)。茶可以益智，可以強心，使器官反應敏銳，而使體能發揮高度的活力。但在歐美有人飲用過量的咖啡，足以招致失眠、頭痛、心悸，與衰弱症象。在副熱帶及熱帶地區居民，或在高溫工作環境人士，其體內往往需要較多的維生素B或稱硫胺 (Thiamine)。人體每日準常排泄 (Excretion) 常達五百微克 (Microgram) (一微克等於千分之一毫克 (Milligram))。人的每日維生素B₁ 用量可達三十至五十毫克。在若干特殊情況之下，可達用量五百毫克。乃得平衡於排泄維生素量而有適當的體內儲存量以維持人體的活力。在熱帶地區人民的口味，每喜用香料食物以刺激胃內酸性液質的暢流。在維生素—C 缺乏的地區，倘如在海上航行過久，或由於維生素過分的貧乏之下，可能有招至喪生的憂慮。維生素—D 對於齒與骨均有嚴重的影響，由於鈣與磷為骨骼中主要的因素。鮮菓、蔬菜與穀物均能供應人類充分的維生素B₁ 與維生素B₂ (Riboflavin)，但其他種維生素B 則需取諸於肉類食物。因氣候有地區之異，遂使人類體內所需營養含量的多寡，亦因之而有顯著的差別。

北地氣候寒冷，騎御射獵，或行旅郊外，多喜飲酒，以禦寒氣。唐詩、王維渭城曲：『勸君更盡一杯酒，西出陽關無故人』。王翰、涼州詞：『葡萄美酒夜光杯，欲飲琵琶馬上催，醉臥沙場君莫笑，古來征戰幾人回』。酒能醉人，由於腦神經需耗用大量維生素催化劑 (Vitamin Catalysts) 以達其體內血管高度燃燒率 (Combustion Rate)。但酒精則缺乏維生素，在飲酒過量以後，使腦神經耽溺於痺麻狀態。因而心緒愁困的人，乃借酒以消愁。所謂『何以解憂，惟有杜康』 (Drown Their Sorrows and

disappointments in drink)。因此北方勞工，多善飲酒，此亦地區氣候所使然也。

至於衣服款式與質地每亦包涵氣候、習俗與禮制各方面的影響。中國大陸氣候乃屬於顯著的季風氣候，氣溫陸性率 (Continentalty) 與雨量變率 (Rainfall Variability) 均屬較大。換言之，各地氣溫日較差 (Diurnal Range) 與年較差 (Annual Range) 皆相去甚大。因此在一日之間，朝晚寒冷，日中溫暖。在一年中亦屬於溼滯與乾旱不時。人民謀求適應於此氣候的變化。衣服款式都採用右披襟式 (又稱大襟)，或對稱襟式，使在胸前得避免受寒冷空氣的侵襲，而得不產生肺部方面疾病如咳嗽、肺炎及氣喘等干擾。至於西歐則屬於海洋性氣候。其周日與周年的氣溫較差甚小，雨量變率亦小。因此西裝款式採用交叉衣襟式，而在其中間以領帶為飾物。此與中國服裝款式顯然有異。論語鄉黨：『當暑袷絺綌，必表而出之。緇衣羔裘，素衣麕裘，黃衣狐裘。裘裘長，短右袂。必有寢衣，長一身有半』寢衣之長一身有半者，顯欲禦夜寒也。菲律賓人所穿的挑紗襯衫與埃斯基摩人 (Eskimo) 所著的衣服，均有其適應一地氣候的特徵存在。而不容相互假借。

中國人住屋的外觀型式簡要而言之，採取一種不同型式，即為人字形或傘形陡斜屋頂 (Steep Roof) 與一字形水平屋頂 (Flat Roof)。其詳情曾在本書第一章與第二章中論及，自不贅言，陡斜屋頂自為主要的型式，但在閩粵濱海一帶古舊房屋多採用水平屋頂。而泥瓦屋頂鋪面方法 (Tile Paving) 亦可辨別為二種。一種為斜傾法，屋瓦交互壓蓋，斜鋪於屋面；另一種則為立鋪法，屋瓦豎立，加以粘縫。閩粵濱海房屋皆然。此類房屋窗戶亦顯出分外狹小。此顯見其地區受嚴重颱風影響使然。氣候之影響

及於居室者比比皆是。

中國建築藝術在世界建築學上，自有其傑出的表現。最主要的特色在於對襯的矩型或方陣形式與飛簷高聳，巨樑大柱，雄偉的氣勢及色彩明麗，線條柔和。琉璃瓦屋，畫棟雕樑，令人心向往焉。記得唐杜牧阿房宮賦：『六王畢，四海一，蜀山兀，阿房出。覆壓三百餘里，隔離天日，驪山北構而西折，直走咸陽，二川溶溶，流入宮牆，五步一樓，十步一閣，廊腰縵迴，簷牙高啄。各抱地勢，鉤心鬪角』。按阿房宮的築成於公元前二一二年。當時至秦二世覆亡之際亦不過十餘年間事，經楚人一炬，化爲焦土。至今一代建築藝術的結晶，如春夢來去，了無遺痕。中國歷史文化雖甚悠久，但至今雄偉瑰麗的建築在明代（一三六八）以前者類皆已不復可尋。溯其原因，在於夏代雨澤豐沛，黃河泛濫。草木繁茂。書經禹貢：『禹敷土，隨山刊木，奠高山大川』。書經盤庚（公元前一四〇一年）作，惟涉河以民遷……：『鮮不浮於天時』。盤庚下：『盤庚既遷，奠厥攸居』。盤庚上：『先王有服，恪謹天命，茲猶不常寧，不常厥邑，于今五邦』。漢、孔氏謂湯遷亳，仲丁遷囂，河亶甲居相，祖乙居耿，並盤庚遷殷爲五邦。因此歷代相延建築材料，多取諸木材。至於唐宋之間，佛教昌盛，在敦煌與嵩山石室雕塑佛像藏經，則至今猶有存焉。可以想見建築取材之不同，對於年代保存之近遠，尤有莫大之影響。

至於行的方面亦同樣的受氣候的影響。譬諸北人善騎驟馬，南人善掌舟楫，此爲顯然的例證。高適燕歌行：『校尉羽書飛瀚海，單于獵火照狼山，山川蕭條極邊土，胡騎憑陵雜風雨』。李頎、古從軍行：『白日登山望烽火，黃昏飲馬傍交河，行人刁斗風沙暗，公主琵琶幽怨多』。都是敘述塞外風光。在

江南一帶又遍多描寫湖光水色。韋應物、滁州西澗：『獨憐幽草澗邊生，上有黃鸝深樹鳴，春潮帶雨晚來急，夜渡無人舟自橫』。張繼、楓橋夜泊：『月落烏啼霜滿天，江楓漁火對愁眠，姑蘇城外寒山寺，夜半鐘聲到客船』。南北詞人，顯見格調不同。在極區冰雪地帶則至今在交通上仍運用犬橇，而在沙漠地區則駱駝載運商旅，亦仍不失為主要運輸工具之一。至於在熱帶原隰之地，以象運載貨物，至今猶為習見。此亦皆由於地區氣候的差異使然。

歷史文化興衰與氣候變遷 文化興衰與氣候的關係，實由華德 (Robert De Ward) 創見之，進而由亨丁頓 (Ellsworth Huntington) 討論之，使氣候學人羣起景從，蔚為風氣。亨丁頓著作豐多，不勝枚舉。其所著文化與氣候一書，於雅魯大學出版部在一九一五年發行初版，至一九四八年。先後曾複印十五次，誠有紙貴洛陽之感。文化與氣候之關係，更由米爾士 (C. A. Mills) 及麥克韓 (S. F. Markham) 諸人之潤飾。文化與氣候的關係，益見昭彰。戴士德 (O. E. Dexter) 書著天氣的影響 (Weather Influences) 卜書暢論人類勞動的效能，皆繫於天氣的因素。古爾梅 (Charles J. Kullmer) 更曾於斯密松社論著彙刊 (Smithsonian Miscellaneous Publications) 中發表其專著稱人類文化的活動，基於風暴帶 (Storminess) 的移動。換言之，氣候帶的移動 (Shifting of Climatic Zones) 地面人類文化亦因之而有所興廢。蓋熱帶氣候足以促使人的活力發生倦怠與效力減低。而在極地氣候則又足以使人發生畏寒而瑟縮，工作效能亦隨之降落。祇有在中緯度地帶，氣候有促使人羣活力增加的現象。

中國古代文化發源於黃河流域。於公元前二二〇年至一四〇〇年，洪水爲患。虞書益稷，禹曰：『洪水滔天，浩浩懷山襄陵』。盤庚下：『盤庚既遷，奠厥攸居』。約歷經一千餘年之後，氣候溫和，雨量豐足，所以華夏文化發揚。引詩經所載各節，可以想見當年氣候狀況。國風、衛國、淇奧：『瞻彼淇奧，綠竹猗猗』，猗猗言始生柔弱而美盛之貌。又云：『瞻彼淇奧，綠竹青青』，青青亦言茂盛之貌，又云：『瞻彼淇奧，綠竹如簧』。簧蓋言竹之密比也。由於地方多盛產竹，因而多用竹器，詩經、國風、采蘋：『于以采藻，于彼行潦，于以盛之，維筐及筥』。簡兮：『左手執籥，右手秉翟』。王國：『君子陽陽，左執簧，右招我由房，其樂只且』。則當年樂器亦以竹爲之。衛國竹竿：『翟翟竹竿，以釣于淇』。翟翟蓋長而細小之誼。小雅、鹿鳴之什：『呦呦鹿鳴，食野之苹，我有嘉賓，鼓瑟吹笙，吹笙鼓簧，承筐是將，人之好我，示我周行』。小雅、常棣：『饋爾籩豆，飲酒之飫』。又伐木：『於粲洒掃，陳饋八簋』。可見俎豆之盛器均以竹爲之。國風唐國：『山有樞，隰有榆』。又見秦國、車鄰：『阪有桑，隰有楊』。小雅、甫田：『乃求千斯倉，乃求萬斯箱，黍稷稻粱，農夫之慶』。今則竹也、桑也、榆也、稻也均爲南方的產物，足徵二千年前黃河流域的氣候與今日的氣候有顯著的差異。又春秋哀公十四年西狩于大野、獲麟，春秋以是絕筆。詩南麟序：『麟之趾，關雎之應也』。麟者仁獸也，亦爲南方之獸，麟之絕迹，殆孔子亦意爲氣候與文化之將有轉變。兆見其機運而有所感乎。

周末氣候已有轉乾旱的傾向，詩經、大雅、雲漢一章：『早既大甚，則不可沮，赫赫炎炎，云我無所』。塞外胡人，因時有南侵之舉。戰國時，燕、趙、秦築長城於北邊以備胡。秦始皇聯綴其首尾，西

起臨洮，東迄遼東。秦朝統一中國在公元前二四六年，而元朝征服中原，蓋在公元一二七七年其間相去時間約近一千五百年。亨丁頓謂元人當年武威橫掃亞洲，實亦隱有氣候變動的因素存焉。

歷史氣候的變化影響及於一地域文化的興廢，自不僅以中國地區爲然。波斯灣文化昌盛於公元前二千九百年至一七五〇年間亦在一寒冷氣候時期之後。氣候持續溫和，而文明開展。亞西利亞王國 (Assyrian Empire) 勃起於公元前七五〇年至六一二年之間，繼之加爾地亞人 (Chaldeans) 的巴比倫王國 (Babylonian Empire) 興盛於公元前六一一年至五三八年時期與波斯王國 (Persian Empire) 發旺於公元前五三〇至三三〇年間。

希臘文化肇興於公元前七五〇年間，而昌盛於公元前三九〇年前後。待馬其頓 (Macedonia) 起於其北，而希臘始見衰落。乃稍後由羅馬文化的繼起。於此二千年間文化之起伏，可稱有二個高峯，一起於波斯灣南與南愛琴島嶼 (Aegean Islands)。而另一波峯重要文化發展於其西北，則爲希臘、馬其頓與意大利。於文化發展綻露停滯狀態時每爲氣候轉寒時期。因此寒冷氣候常爲文化發展上的障礙。

在熱帶地區文化的演變與轉移，亦屬皆然。亨丁頓曾援引中美猶加敦 (Yucatan) 與瓜地馬拉 (Guatemala) 的馬雅人 (Mayas) 文化以爲例證。馬雅人對於雕刻與建築藝術及對於天文曆書的知識，頗有高度成就，考證其陳迹蓋在公元前二、三百年事，但在而今已轉爲廢墟。於今日馬雅人所在酷熱、障隔而瘴疾流行之地，欲從事於農耕，似屬難能之事。揣測馬雅文化發旺時期，其氣候比較乾燥，而熱帶草木的繁生不致於若是其快速成長，以阻遏其農業上的發展。待其後因氣候變更，馬雅人遂不得不離

去其故里而求遷徙於高地，以安其新居。證諸於樹木年輪生長之趨勢，以推想古代氣候變更的傾向，亦多有相吻合之處。

自古以來，征戰與革命皆起於人民內蘊的情緒，而外形諸於戰爭。此類爭戰可能由於人民在暴政之下，爭取自由；亦可能由於個人野心，攫奪政治權威。此種內蘊與外形的行動皆繫於氣候的變化。其行動的成敗利鈍，對於氣候的變化尤屬於尖銳的關切。史事陳跡，發人猛省。法人拿破侖 (Napoleon Bonaparte 1769-1821) 以善於用兵自豪，於公元一八一二年六月二十四日發兵征俄。法人習於海洋氣候生活，而莫知大陸氣候的艱苦，酷暑與嚴寒迫使士卒不勝其苦。不得進展，徒然師勞往還，死亡載道。一八一六年以後，歐洲氣候稍為轉暖，人民遂轉向以抗暴政。一八三〇年寒潮再來，因而歐洲革命爆發。一八四八年嚴寒風暴踵至，遂使醞釀不滿的情緒，揭開革命而彌滿於歐陸。一九四一年九月德人希特勒 (Adolf Hitler 1889-1945) 繼拿破侖之後，重作征服歐洲的狂想。於奪取波蘭之後，驅車乘勝入俄，又偏遭逢奇寒之年，德軍進駐於斯穆倫斯克 (Smolensk) 不得越雷池一步，而使其欲征服莫斯科的雄心，終歸於夢想。此因氣候而影響及於戰爭的史事，先後輝映，可資為鑑，亦因而影響及於一時代文化的演變。

國力强弱與氣候的關係 氣候與歷史文化的變遷固有深厚的關係，而一代文化的創造或中興則復繫於國力的強弱。如言希臘文化莫不往溯至雅典政治家貝利耿 (Pericles 499-429 B.C.) 時代；若論羅馬文化將孰不追懷至凱撒 (Julius Caesar 100-44 B.C.) 時代。可見人事代謝與國力强弱亦有互為因

果的關係。世界古代文明多發生在年等溫華氏七十度線附近，如南地中海美索不達米亞(Mesopotamia)小亞細亞(Asia Minor)中國東南部，蘇邁利亞(Sumeria)，埃及(Egypt)巴比倫(Babylon)亞西利亞(Assyria)皆為古代文化的發源地。再證諸今日，亨丁頓曾以一月等溫華氏三十度(攝氏零下一度)線及七月等溫華氏七十五度(攝氏二十四度)線以論西歐文化的分佈。文化程度比率在百分之九十以上者概括西北歐沿大西洋濱海地區，而在東歐及地中海沿岸一帶則文化程度比率僅在百分之六十五以上。國力强弱衡量的方，要不外乎比較國與國的人力、才力與物力的多寡及其優劣的趨勢。從人口的死亡率(Death Rate ‰)，尤以嬰兒死亡率高下足以反映出其國力與文明的高下。據聯合國一九六六年人口統計年鑑顯示文明國家一歲嬰兒死亡率為千分之十三點三至二十三點六人。而在非洲、亞洲及西半球落後國家嬰孩死亡率高至千分之六十至一百人。比較第二次世界大戰以前，調查世界各國死亡率如下表：

附表四十九 戰前(一九二六至三五年)與一九六七年世界各國人口死亡率(以每一千人計)比較

國別	死一九二六年成人	死一九三五年嬰兒	死一九六七年
紐西蘭	八·四	四·〇	一·八
澳洲	九·一	四·四	一·八
挪威	一〇·六	四·四	一·九
荷蘭	九·四	三·五	一·九
瑞典	二·九	三·五	一·九
瑞典	二·二	三·三	一·九
美國	三·三	三·七	一·九
英國	三·四	三·九	一·九
愛爾蘭	二·二	三·九	一·九
丹麥	〇·四	三·九	一·九
芬蘭	一·五	三·八	一·九
法國	一·〇	三·二	一·九
加拿大	一·〇	三·四	一·九
德國	一·四	三·四	一·九
比利時	一·三	三·三	一·九
盧森堡	一·〇	三·九	一·九
烏拉圭	一·五	三·九	一·九
南非	一·五	一·〇〇	一·九
阿根廷	一·七	一·〇三	一·九
奧地利	一·三	一·〇	一·九
意大利	一·五	一·三	一·九

國別	一九二六年成人	一九三五年嬰兒	一九六七年
西班牙	二七〇·二六	二八二	一八三·六八
希臘	一六六·四	一四一	—
日本	五三·三	一四一	—
捷克	一四一	一四一	—
薩爾瓦多	一四一	一四一	—
波蘭	一四一	一四一	—
保加利亞	一四一	一四一	—
委內瑞拉	一四一	一四一	—
南斯拉夫	一四一	一四一	—
菲律賓	一四一	一四一	—
墨西哥	一四一	一四一	—
埃及	一四一	一四一	—
巴力斯坦	一四一	一四一	—
匈牙利	一四一	一四一	—
錫蘭	一四一	一四一	—
印度	一四一	一四一	—
羅馬尼亞	一四一	一四一	—
緬甸	一四一	一四一	—
智利	一四一	一四一	—
俄國	一四一	一四一	—

近三十年來，世界人類文化已有顯然的進步，在三十年前的死亡率，因人類加強對於氣候的控制與衛生環境的改善，而失去其在現代文化比較上的價值。僅就自由中國（臺灣）於四十一年至五十五年間人口出生率與死亡率比較，亦足以顯示自由中國近年來文化發展的準繩。

附表五十 近年臺灣人口出生率與死亡率比較（以千人計）

年份	出生率	死亡率
四十一年	四四	九九
四十二年	四四	九四
四十三年	四四	八二
四十四年	四四	八六
四十五年	四四	八〇
四十六年	四三	八五
四十七年	四三	七六
四十八年	四二	七二
四十九年	四〇	七〇
五十年	三六	六七
五十一年	三七	六四
五十二年	三六	六一
五十三年	三五	五七
五十四年	三三	五五
五十五年	三三	五五
五十六年	二元	五五

由前二表中可見臺灣於近十五年來出生率與死亡率均有逐漸趨於降低的趨勢。臺灣於一九六七年死亡率之低，竟居於世界之冠。此乃由於臺灣等近年注意於氣候控制與醫藥衛生進步的結果，使霍亂與瘧

疾等病例絕迹於此地區，而人民的平均壽齡亦因之而增加。

一個國家文化水準的提高端賴於國民知識程度的高下。因此國民識字率 (Illiteracy) 的比例或兒童就學百分比 (Attendance of School Age Children%) 的大小可以顯示出其民族文化興衰的徵候。茲列舉臺灣省自民國五十二年至五十六年平均兒童就學比例百分比如左：

附表五十一 台灣平均兒童就學比率 (百分比)

年 份	五十二年	五十三年	五十四年	五十五年	五十六年
兒童就學 (百分比)	九六·七	九六·八	九七·一	九七·二	九七·四

按上表兒童就學比例已達百分之九七·四。足見國民識字率自亦應屬於相近的比例。往年 (五十七年) 國民義務教育已提高至九年初中程度，顯見中華文化復興的基礎已更加强，而得與當前文明國家並駕齊驅。

至於國家物力的多寡，在於一國人力與才力的運用得宜，使能發揮其最大的效果。孟子、梁惠王篇：『不違農時，穀不可勝食也。數罟不入洿池，魚鼈不可勝食。斧斤以時入山林，材木不可勝用』。因此國富的增加，在於一國的人力、才力與物力所得適時，適地與適用程度的差異而有所殊別。茲據中國 (臺灣) 自民國四十年以來至五十七年間歷年平均國民所得的的變動如下表。

國別	巴西	毛里塔斯	多明尼加	宏都拉斯	中國 (臺灣)	厄爾多	突尼西亞	摩洛哥	錫蘭	泰國	韓國	印度	肯亞
國民所得	三七	三五	三三	一九四	一八五	一三三	一九	一七	一三〇	一五	八	八	七

由附表第五十三表中觀察，中國（臺灣）國民所得近年因經濟成長而年有增加。但若與世界工業先進國家相互比較，則在自由中國的國民所得約僅及於美國十六分之一，或為西德的八分之一與或為日本的四分之一。

質言之，氣候與文化的關係不可分離。適宜的氣候可有助於文化的發揚。人類在適宜的氣候環境之下，可以發揮其高度的才智與能力。但在拂逆的氣候環境之中，人類亦得運用其智能以控制其氣候環境而達其發展物力的需求，使人類在世界各地均有豐衣足食的環境，而無飢饉疫疾的煩慮，在普天之下，人羣皆得齊臻於康樂的境地。使人類的文化常駐在隆盛的狀態，而無復再有淪胥於衰落時代。

附錄一 引用單位換算標準

CONVERSION FACTORS 換算因素

Length 長度

- 1 metre = 39.37 inches = 3.281 ft. = 1.0936 yds.
1 inch = 2.540 centimetres. 1 foot = 0.3048 metres. 1 yard = 0.9144 metres
1 kilometre = 0.6214 miles. 1 mile = 1.609 km.

Area 面積

- 1 sq. metre = 10.76 sq. ft. = 1.196 sq. yds. 1 sq. ft. = 0.0929 sq. metre
1 hectare = 2.471 acres. 1 acre = 0.4047 hectares.
1 acre = 4,840 sq. yds.
1 sq. km. = 0.3861 sq. mile. 1 sq. mile = 2.590 sq. km.

Volume 容積

- 1 cu. cm. (c.c.) = 0.061 cu. in. 1 cu. in. = 16.4c.c.
1 cu. metre = 35.3 cu. ft. = 1.31 cu. yds. 1 cu. yd. = 0.746 cu. metre.
1 litre = 61.025 cu. ins. = 0.88 quart. 1 qt. = 1.1365 litres.

Weight 重量

- 1 gram = 15.432 grains = 0.0353 oz. 1 grain = 0.0648 gram. 1 oz. = 28.35 grams
1 kilogram = 2.2046 lbs. (av.). 1 lb. = 0.4536 kg.
1 ton (2,240 lbs.) = 1.064 metric tonne.
1 metric tonne (1,000kg.) = 2,204.6 lbs. = 0.984 ton.
1 gm./cu. metre = 0.437 grains/cu. ft. 1 grain/cu. ft. = 2.29 gm./cu. metre.

Energy 能量

- 1 kg./cal. (Cal₂) = 1,000 gm./cal. = 3.968 B.T.U. 1 B.T.U. = 252 gm./cal.
1 gm./cal./cm². = 3.69 B.T.U./sq. ft. 1 joule = 0.24 gm./cal.

Velocity 速率

- 1 ft./sec. = 0.682 m.p.h. = 0.305 metre/sec.
1 metre/sec. = 2.237 m.p.h. = 3.281 ft./sec. 1 m.p.h. = 0.447 metre/sec.
1 Knot = 1.1515 m.p.h.

Force 力

- 1 kg./sq. metre = 0.205 lb./sq. ft. 1 lb./sq. ft. = 4.88 kg./sq. metre

Illumination 照明

- 1 lux = 0.0929 ft.-candles. 1 ft. candle = 10.764 lux.

Temperature 溫度

- 0°C. = (32 + 1.80) °F. t°F. = (5t/9 - 32)°C. T°Absolute = 273 + 0°C

附錄二 不同氣溫的濕度變化

濕度之計算

氣溫 °F.	相 對 濕 度							
	100%		60%			20%		
	水含量 gr./cu. ft.	汽壓 mb.	點露 °F.	濕球 °F.	飽和差 gr./cu. ft.	露點 °F.	濕球 °F.	飽和差 gr./cu. ft.
140	58.5	199	121	123	23.4	84	97	46.8
135	51.4	175	116	118	20.6	80	93	41.1
130	45.1	153	111	114	18.0	76	90	36.1
125	39.4	134	107	110	15.8	72	87	31.5
120	34.5	117	102	105	13.8	68	83	27.6
115	30.1	101	98	101	12.0	64	80	24.1
110	26.3	88	93	96	10.5	60	77	21.0
105	23.0	76	88	92	9.2	56	74	18.4
100	20.0	65	84	88	8.0	52	71	16.0
95	17.3	56	79	83	6.9	48	68	13.8
90	15.0	48	74	79	6.0	44	65	12.0
85	12.9	41	69	75	5.2	40	62	10.3
80	11.1	35	65	70	4.4	36	58	8.9
75	9.5	30	60	66	3.8	32	55	7.6
70	8.1	25	55	62	3.2	28	52	6.5
65	6.9	21	51	57	2.8	24	48	5.5
60	5.8	18	46	53	2.3	20	45	4.6
55	4.9	15	41	49	2.0	16	42	3.9
50	4.1	12	36	44	1.6	12	38	3.3
45	3.4	10	32	40	1.4	9	34	2.7
40	2.9	8	28	35	1.2	5	30	2.3
35	2.4	7	23	31	1.0	1	27	1.9
30	1.9	6	19	27	0.8	-3	23	1.5
25	1.5	5	14	22	0.6	-7	19	1.2
20	1.2	4	9	17	0.5	-11	15	1.0

附錄三 世界各地每日平均日照時數

國名	地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年
大不列顛	伯明罕	一·四	一·九	二·九	四·四	五·七	五·九	五·五	五·二	四·一	二·八	一·七	一·一	三·六
	加地夫	一·七	二·五	三·七	五·七	六·七	七·五	六·七	五·九	四·九	三·五	二·三	一·六	四·四
	愛丁堡	一·五	二·五	三·五	四·七	五·三	六·三	五·三	四·七	四·三	三·二	二·一	一·四	三·七
	倫敦(寇烏)	一·四	二·一	三·三	五·〇	六·五	六·七	六·三	五·九	四·八	三·〇	一·八	一·二	四·〇
	曼徹斯特	〇·四	一·〇	二·四	三·八	四·六	五·二	四·四	三·七	三·四	二·〇	〇·六	〇·二	二·七
奧地利	因斯布魯克	二·二	三·七	四·八	五·一	六·二	六·三	六·四	六·五	五·六	四·五	二·八	一·七	四·六
	維也納	一·九	二·八	四·一	五·七	七·六	八·〇	八·四	七·八	五·九	三·五	二·一	一·四	四·九
比利時	布魯塞爾	一·七	二·九	三·九	五·三	·九	六·七	六·六	六·五	五·四	三·六	二·〇	一·三	四·四
保加利亞	索非亞	一·九	二·九	四·一	五·七	七·二	八·六	九·六	九·二	六·七	四·三	二·七	一·八	五·四
捷克斯拉夫	布拉格	一·七	三·〇	四·六	五·六	七·七	七·五	八·四	七·三	五·六	三·五	一·七	一·四	四·八
	布爾諾	一·八	一·八	三·一	五·二	六·四	五·九	六·九	七·〇	四·五	二·六	一·九	一·〇	四·〇
丹麥	哥本哈根	〇·九	一·六	三·〇	五·二	七·五	七·九	七·二	五·六	四·八	二·七	一·一	〇·四	四·〇

國名	地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年
愛爾蘭	都柏林	一·七	二·六	三·八	五·四	六·〇	六·二	五·五	五·〇	四·四	三·一	二·三	一·五	四·〇
愛沙尼亞	塔士	一·二	一·九	四·〇	六·二	八·二	九·一	九·一	六·五	五·〇	二·八	〇·八	〇·六	四·六
芬蘭	赫爾辛基	〇·八	一·八	三·五	五·〇	八·一	八·三	九·六	六·六	四·一	二·三	〇·八	〇·四	四·三
法蘭西	里昂	一·八	三·一	四·六	五·四	六·四	七·二	八·一	八·〇	六·四	三·九	二·一	一·四	四·九
	巴黎	四·七	五·六	六·三	七·一	八·六	九·六	一〇·七	一〇·四	八·〇	六·三	四·六	四·五	七·二
	斯特拉斯堡	二·〇	四·〇	四·二	五·六	七·〇	七·四	七·七	七·四	五·六	三·八	二·二	一·五	四·九
德意志	柏林	一·八	二·五	三·四	五·一	六·三	六·八	七·〇	六·六	四·四	三·〇	一·六	一·一	四·一
	漢堡	一·一	一·九	三·〇	五·四	六·五	六·二	五·五	五·八	四·八	二·七	一·三	〇·六	三·七
	漢堡	一·一	一·九	三·〇	五·四	六·五	六·二	五·五	五·八	四·八	二·七	一·三	〇·六	三·七
	萊比錫	一·九	二·九	四·〇	五·二	七·三	七·二	七·八	六·九	五·一	三·五	二·二	一·五	四·六
	慕尼黑	一·八	三·四	四·八	五·三	七·六	七·八	八·七	七·六	六·〇	四·一	一·九	一·二	五·〇
希臘	雅典	四·六	五·四	六·二	七·八	八·五	一〇·六	一·一	二·一	九·二	六·九	四·八	四·一	七·六
荷蘭	烏特勒支	一·八	二·六	三·八	五·四	七·〇	六·八	六·六	六·〇	五·一	三·三	二·一	一·三	四·三

瑞典	西班牙	羅馬尼亞	葡萄牙	波蘭	立陶宛	拉脫維亞	意大利	匈牙利
斯德哥爾摩	馬德里	布加勒斯特	里斯本	華沙	考那斯	里加	威尼尼斯	布達佩斯
一·三	五·一	二·七	四·八	一·五	一·三	一·一	二·一	一·九
二·三	六·四	三·七	五·四	二·二	二·〇	一·九	三·四	二·七
四·一	七·〇	四·九	六·四	四·一	三·九	三·三	二·九	四·三
六·四	八·六	六·九	八·〇	五·〇	五·九	六·一	三·七	六·〇
八·七	九·四	八·二	九·〇	六·八	八·三	八·九	六·一	八·五
九·四	一一·一	九·三	一〇·一	六·九	九·三	八·七	七·五	九·一
九·〇	一二·四	一〇·七	一一·一	七·二	八·八	八·五	九·一	九·五
六·九	二·四	一〇·五	一一·一	六·七	七·一	六·七	一〇·〇	八·八
五·四	八·六	八·二	八·六	五·一	五·五	五·一	九·一	六·三
二·九	六·六	五·五	六·四	三·六	三·〇	二·八	四·一	四·五
一·二	四·七	三·三	四·八	一·九	一·三	一·二	三·三	二·四
〇·七	四·三	二·一	四·三	〇·九	〇·八	〇·四	一·二	一·三
四·九	八·〇	六·三	七·五	四·三	四·八	四·六	四·五	五·四
	巴塞隆納			但澤			熱那亞	
	四·八			一·四			三·六	
	六·二			二·三			四·八	
	六·二			四·五			五·五	
	七·七			五·九			六·一	
	八·七			八·一			七·二	
	九·五			九·五			七·四	
	一〇·五			八·七			九·〇	
	九·四			七·五			九·一	
	七·六			五·九			六·六	
	六·六			三·七			五·四	
	五·二			二·一			三·五	
	四·五			一·二			二·九	
	七·二			五·一			五·九	

國名	地	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年
瑞士	伯恩	二·一	三·七	四·六	五·五	七·一	七·九	八·八	八·五	六·四	四·四	二·三	一·五	五·二
蘇黎世	加諾	一·五	三·〇	四·一	五·一	六·五	七·二	七·七	七·四	五·三	三·二	一·六	一·二	四·五
蘇聯	列寧格勒	〇·四	一·六	一·四	二·二	三·一	三·九	四·〇	二·五	一·五	〇·三	〇·一	〇·〇	一·八
莫斯可	海參威	〇·二	〇·四	一·九	二·四	三·三	四·〇	四·三	三·七	二·三	〇·六	〇·一	〇·一	一·九
南斯拉夫	貝爾格勒	一·八	三·四	四·七	六·三	八·四	九·四	一〇·五	九·五	七·二	四·九	三·九	一·六	六·〇
馬耳他		五·二	五·七	六·八	八·六	九·六	一〇·八	一二·〇	一二·二	九·一	七·三	五·七	五·一	八·一
中華民國	香港	四·七	三·四	三·一	三·九	五·一	五·五	六·八	六·六	六·六	七·〇	六·三	五·六	五·四
	上海	四·四	四·三	五·四	四·九	六·五	六·二	七·九	七·六	六·五	六·五	五·三	三·八	五·八
	臺北	二·七	三·六	四·三	四·八	五·七	四·五	六·九	七·二	五·三	四·五	三·八	四·七	五·一
印度	阿拉哈巴	八·六	一〇·一	九·九	一〇·六	一〇·〇	七·三	五·三	四·七	七·九	八·九	九·九	八·四	八·五

附錄三——世界各地每日平均日照時數

埃及	土耳其	約旦	中國	韓國	日本	越南	馬德拉斯	加爾各答	孟買	邦加羅爾
開羅	安卡拉	安曼	瀋陽	仁川	東京	海防	馬德拉斯	加爾各答	孟買	邦加羅爾
七·五	四·三	六·四	六·三	六·一	六·一	二·八	六·九	七·七	九·八	八·五
八·四	三·八	七·一	七·三	七·一	六·〇	二·〇	八·八	七·九	一〇·二	九·五
九·七	五·四	八·九	七·六	七·五	六·〇	一·五	八·八	七·八	一〇·〇	九·五
一〇·八	七·〇	一〇·三	八·一	八·一	六·二	二·八	九·〇	八·〇	一〇·五	九·二
一一·六	八·六	一一·三	八·二	八·〇	六·四	五·七	七·三	七·九	一〇·五	八·七
一二·九	一〇·八	一二·一	八·六	七·八	五·一	五·八	五·三	四·五	五·八	五·八
一三·六	一二·五	一三·一	七·四	五·九	六·三	五·九	三·八	三·四	二·三	四·一
一三·二	一二·一	一二·五	七·五	七·二	六·七	五·一	四·八	三·九	三·二	四·六
一一·一	九·六	一一·四	七·三	七·二	四·六	六·一	五·二	四·六	五·五	五·六
一〇·〇	七·七	九·九	七·〇	七·五	四·六	六·〇	五·四	七·〇	八·一	六·三
八·八	五·〇	七·九	五·九	六·二	五·六	五·〇	四·七	八·〇	九·三	六·〇
七·六	三·二	六·七	五·八	五·七	五·九	三·八	五·八	七·九	九·七	七·九
一〇·三	七·五	九·九	七·三	七·〇	五·八	四·四	六·三	六·五	七·九	七·一

國名	地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年
肯亞	乃洛比	九·三	八·二	七·六	六·五	四·五	五·〇	三·六	三·六	四·五	七·一	七·二	八·七	六·三
羅德西亞	索爾斯堡	六·五	六·三	七·一	八·三	八·一	八·五	八·三	九·三	九·七	九·三	七·六	六·三	七·九
蘇丹	喀土木	一〇·六	一〇·八	一〇·七	一〇·八	一〇·一	一〇·〇	八·九	八·九	九·七	一〇·四	一〇·九	一〇·七	一〇·三
南非	開普敦	九·七	九·八	八·四	六·五	六·一	四·八	四·九	五·九	六·八	七·九	九·二	一〇·二	七·五
加拿大	艾德蒙吞	二·四	三·九	五·四	七·三	七·九	八·六	九·六	八·三	六·三	五·〇	三·三	二·四	五·九
	渥太瓦	三·一	四·三	五·一	六·三	七·〇	八·一	八·四	七·九	六·〇	四·四	二·八	二·四	五·五
	多倫托	二·五	三·八	五·〇	六·三	七·三	八·八	九·二	八·二	六·八	四·八	二·八	二·一	五·七
	維多利亞	一·九	三·〇	四·八	六·三	七·二	八·〇	九·九	八·八	六·六	四·〇	二·二	一·五	五·三
	溫尼伯	三·三	四·七	五·四	六·八	八·一	八·三	九·三	八·四	五·九	四·二	二·八	二·五	五·八
美國	查理斯敦	五·八	七·二	七·八	九·四	九·七	一〇·〇	八·八	八·五	八·六	七·五	七·三	五·四	八·〇
	芝加哥	四·二	五·六	六·二	七·九	九·一	一〇·九	一〇·六	九·三	七·九	六·四	四·八	三·七	七·二
	丹佛	六·三	七·七	七·五	八·三	八·七	一〇·四	九·八	九·〇	八·八	七·五	六·七	五·九	八·〇
	基維斯	七·二	九·二	九·五	一〇·五	九·八	一〇·一	九·六	九·二	八·五	七·一	七·七	七·五	八·八

附錄三—世界各地每日平均日照時數

圭亞那	厄瓜多爾	智利	玻利維亞	阿根廷	巴拿馬	新奧爾良	紐約	波特蘭	聖路易	鹽湖城	舊金山	華盛頓首府
喬治敦	基多	聖地牙哥	拉巴斯	哥多華	布宜若斯艾利斯	巴波亞	華盛頓首府	華盛頓首府	華盛頓首府	華盛頓首府	華盛頓首府	華盛頓首府
六二	五七	107	四五	八九	八九	四·五	四·五	四·五	四·五	四·五	四·五	四·五
六·七	四·四	110	四·三	八·四	八·六	六·二	六·二	六·四	五·七	五·七	六·四	六·二
六三	四〇	九三	五四	七·四	八·三	六·五	六·五	七·五	六·八	六·八	七·五	六·五
六·六	四·五	七·七	七·〇	六·七	六·六	七·九	七·九	九·二	八·八	八·八	九·二	七·九
五·九	五·八	五·一	九〇	六·一	四·四	八·六	九·七	九·七	九·一	九·一	九·七	八·六
五·七	六·三	四·一	108	五·七	四·三	九·三	一·〇	一·〇	一·一	一·一	一·〇	九·三
七·〇	七·九	四·五	九·一	五·八	四·八	九·〇	九·八	九·八	一·一	一·一	一·一	九·〇
七·七	七·八	五·二	八·三	六·九	四·二	八·〇	八·四	一〇·四	一〇·四	一〇·四	一〇·四	八·〇
八·三	六·九	五·五	八·三	七·六	四·八	七·七	九·〇	九·五	八·三	九·五	九·五	七·七
七·八	五·六	七·三	七·五	七·六	四·五	六·七	七·八	七·四	六·八	七·四	七·八	六·七
四七·一	五·九	九·〇	六·二	八·九	四·六	五·六	六·二	五·七	五·八	五·七	六·二	五·六
六·〇	七·三	108	五·七	九·二	七·〇	四·五	四·五	四·〇	四·二	四·〇	六·二	四·五
六·八	六·〇	七·五	七·一	七·五	五·九	七·〇	七·〇	八·〇	七·四	八·〇	八·〇	七·〇

國名	地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年
委內瑞拉	加拉卡斯	七·六	七·八	七·五	六·四	六·四	六·四	七·三	七·四	七·二	六·八	六·九	六·七	七·〇
澳大利亞	阿得雷德	一〇·〇	九·三	七·七	六·〇	四·八	四·一	四·四	五·二	六·二	七·三	八·八	九·七	七·〇
	布里斯班	七·五	七·五	七·〇	七·〇	六·六	六·一	六·八	七·七	八·〇	八·三	八·二	八·一	七·四
	坎培拉	七·六	六·九	七·〇	六·四	五·一	四·二	四·六	五·六	六·八	七·五	七·五	七·四	六·四
	荷巴特	七·六	七·〇	六·四	四·七	四·六	三·九	四·二	五·一	五·八	六·二	七·四	七·〇	五·八
	墨爾本	八·三	八·四	六·六	五·三	四·五	三·七	四·二	四·九	五·七	六·四	七·七	七·九	六·一
	伯斯	一〇·四	九·七	八·七	七·三	五·六	四·八	五·三	六·〇	六·九	七·八	九·六	一〇·〇	七·七
	雪梨	七·三	七·二	六·五	六·二	五·七	五·三	六·〇	七·一	七·四	七·八	七·八	七·二	六·八
紐西蘭	奧克蘭	七·三	六·七	五·九	四·九	四·二	三·九	三·九	四·九	五·〇	五·六	六·四	六·九	五·五
	基督城	六·八	六·七	五·四	四·三	四·三	三·二	四·〇	四·六	五·四	六·一	七·〇	六·四	五·三
	威靈頓	七·八	六·九	六·四	五·二	四·五	三·五	三·六	四·五	五·四	六·三	七·四	七·五	五·七
冰島	雷克雅未克	〇·五	一·九	二·五	五·五	七·一	八·六	六·五	五·八	四·六	三·一	一·〇	〇·一	三·九
菲律賓	馬尼拉	五·七	六·七	七·三	八·四	七·一	五·三	四·三	四·三	一·四·四	五·一	五·一	四·九	五·八

西印度羣島	
牙買加	百慕達
七·九	四·九
七·八	五·三
八·六	六·二
七·一	七·二
七·〇	八·一
七·五	八·八
七·九	一〇·〇
八·三	八·九
七·一	八·〇
六·二	六·五
六·二	五·七
七·六	五·一
七·四	七·一

附錄四 出界各地氣象紀錄摘要

洲別		國別		地名		緯度(北)		經度		高度		平均氣溫 (華氏)		年平均 最高最低		相對濕度 (百分比)		降水量(英寸)			
洲別	國別	地名	度	分	度	分	(英尺)	年	一月	七月	最高	最低	一月	七月	年	濕	乾	月	月	日	
歐洲	阿爾巴尼亞	都拉索	四	一九	一九	二(東)	三	三	六	四	七	三	二	七	六	年	月	月	月	數	
	奧地利	因斯布魯克	四	二六	二二	四(東)	一, 九〇〇	四	三	六	八	零	一	四	三	年	月	月	月	數	
		維也納	四	二五	一六	三(東)	六六	三	三	六	九	七	九	三	六	年	月	月	月	數	
	比利時	布魯塞爾	五	四	四	三(東)	三六	三	三	三	六	三	九	五	八	年	月	月	月	數	
	不列顛	伯明罕	五	二	一	五(西)	五五	四	三	六	四	二	六	七	四	年	月	月	月	數	
		加地夫	五	二	三	〇(西)	二〇	四	三	六	三	二	八	七	四	年	月	月	月	數	
		多佛	五	七	一	九(東)	三	四	二	六	二	三	三	七	四	年	月	月	月	數	
		法茅斯	五	九	五	三(西)	二〇	四	二	六	二	三	三	七	四	年	月	月	月	數	
		倫敦(寇島)	五	二	〇	九(西)	八	四	二	六	一	九	八	六	四	年	月	月	月	數	
		曼徹斯特	五	二	二	三(西)	一〇	四	二	六	一	八	六	四	年	月	月	月	數		
		朴次茅斯	五	四	一	六(西)	一五	四	二	六	三	二	七	四	年	月	月	月	數		

丹麥哥本哈根	捷克斯拉夫 布爾諾 布拉格	塞浦路斯 尼科細亞	保加利亞 索非亞	都柏林	科克	伯爾發斯特	斯托諾威	來維克	愛丁堡	亞伯丁	雅茅斯	泰因茅斯
五	五〇	五	四	五	五	五	五	六〇	五	五	五	五
四	五	二	四	三	四	三	二	九	五	〇	三	一
二三(東)	一四二五(東)	三三三(東)	二三〇(東)	六二(西)	八二五(西)	五五(西)	六二(西)	一八(西)	三二(西)	二六(西)	一四(東)	一五(西)
四	六六二	四九	一、八四	一五	三	六	九	一五	四	九	五	二〇
四	四	五	四	四	五	四	四	四	四	四	五	四
三	三〇	四	二	四	四	四	四	四	四	四	四	四
六	六六	六	六	五	六	五	五	五	五	五	六	五
三	九	一〇六	九	六	七	一	三	三	一	七	八	六
二	三	三〇	二	六	七	一	三	三	一	五	三	二〇
六	八	二	二	七	九	(八〇)(七三)	八	六	(八〇)(七〇)	二	九	五
五	五	五	三	六	五	八	五	六	五	六	八	六
二〇·八	一九·三	一四·八	一五·一	二六	四·九	三·八	四·三	三·〇	二·五	二·五	二·五	二·五
八月	六月	七月	五月	八月	七月	七月	七月	七月	八月	七月	十月	十月
二·六	二·八	三·〇	三·四	三·二	五·三	四·二	五·九	四·八	三·四	三·二	二·〇	三·〇
一月	二月	八月	七月	四月	五月	四月	六月	六月	四月	六月	四月	四月
一·三	〇·八	〇·一	一·四	一·八	二·四	二·四	二·二	一·八	一·五	一·七	一·五	一·四
一七六	一五〇	五	一三	三八	三三	三二	二二	二〇	一八	三四	一三	一九

洲別	國別	地名	緯度(北)		經度		高度 (英尺)	平均氣溫 (華氏)		年平均溫 (華氏)		相對濕度 (百分比)		降水量(英寸)					
			度	分	度	分		年	一月	七月	最高	最低	一月	七月	年	濕 月份	雨 量	乾 月份	雨 量
歐洲	芬蘭	赫爾辛基	六〇	一〇	二四	七	二五	三六	四〇	二二	二二	二七	二六	八月	三三	三月	一七	一八	一四
	奧盧	盧	六〇	二	二五	三	二五	三六	三五	二六	二六	二七	二六	八月	二八	三月	一〇	一四	一四
	法洛斯特海文	法洛斯特海文	六二	二	六四	五	二二	三六	三六	二六	二六	二七	二六	七月	六六	六月	二五	二二	二二
	愛沙尼亞	塔林	五九	二六	二四	八	二四	三六	四〇	二二	二二	二七	二六	八月	三三	三月	一七	一八	一六
	塔林	塔林	五九	二六	二四	八	二四	三六	四〇	二二	二二	二七	二六	七月	三三	三月	一七	一八	一六
	法蘭西	波爾多	四四	五〇	〇四	西	一七	五二	六二	二〇	二〇	二六	二六	十月	三四	八月	一九	二〇	二〇
	瑟堡	瑟堡	四九	元	一三	西	三〇	五二	六二	二〇	二〇	二六	二六	七月	三五	六月	一七	二二	二二
	里昂	里昂	四四	四	四	東	五一	五二	六二	二〇	二〇	二六	二六	十月	三五	六月	一七	二二	二二
	馬賽	馬賽	四三	一六	五三	東	四六	五二	六二	二〇	二〇	二六	二六	十月	四〇	七月	一三	一五	一五
	尼斯	尼斯	四三	四	五三	東	四六	五二	六二	二〇	二〇	二六	二六	十月	三五	六月	一七	二二	二二
	巴黎	巴黎	四六	四九	二	東	一四	五一	五二	二〇	二〇	二六	二六	十月	四〇	七月	一三	一五	一五
	斯特拉斯堡	斯特拉斯堡	四六	三五	七	東	四四	五一	五二	二〇	二〇	二六	二六	十月	三五	六月	一七	二二	二二
	阿雅丘	阿雅丘	四二	五五	八	東	三	五一	五二	二〇	二〇	二六	二六	七月	四六	八月	一九	二〇	二〇

匈牙利布達佩斯		荷蘭夫勒辛		希臘羅尼加		直布羅陀		德意志亞琛	
四	三	五	五	三	三	六	六	四	五
一九一(東)	五二(東)	二五(東)	三二(東)	二五(東)	二五(東)	五二(西)	五二(西)	六四(東)	六四(東)
四七	一〇	八	九	九	九	九〇	九〇	五五	五五
五	四	六	六	六	六	六四	六四	四	四
三	三	四	四	四	四	五	五	三	三
七	六	七	七	七	七	七	七	六	六
九	八	九	九	九	九	九	九	九	九
六	二	六	六	六	六	六	六	一	一
八	八	七	七	七	七	七	七	八	八
六	五	六	六	六	六	七	七	六	六
二四〇	三〇	一九二	一九二	一九二	一九二	二五	二五	三三	三三
六月	八月	七月	七月	七月	七月	七月	七月	七月	七月
二七	三五	四〇	四〇	四〇	四〇	六四	六四	三二	三二
二月	二月	七月	八月	七月	七月	七月	七月	二月	二月
一三	一八	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	一三	一三
三九	二七	九	九	九	九	八	八	二九	二九

洲別		國別地名	緯度(北)	經度	高度 (英尺)	平均氣溫 (華氏)		年平均溫 (華氏)		相對濕度 (百分比)		年	降水量(英寸)			
洲	國					度	分	年一月	年七月	最高	最低		一月	七月	濕月	乾月
冰	島	雷克雅未克	六四	二五	西	一六	元	元	五	六	三·四	一月	三·五	五月	一九	一六
意	大	利熱那亞	四四	二五	東	一七	六	六	九	二	三·四	十月	七·九	七月	一七	二〇
米	巴	勒摩	三三	二七	東	四三	五	五	六	七	三·三	十月	四·五	二月	二·二	三〇
羅	威	尼馬	四四	二五	東	二八	五	五	五	三	二·七	十月	四·一	七月	〇·三	一五
威	羅	尼馬	四四	二五	東	二八	五	五	五	三	二·七	十月	四·一	七月	〇·三	一五
拉脫維亞	里	加	五五	二六	東	四	四	二	六	八	二·四	八月	三·五	三月	一·一	一六
立陶宛	考那斯	斯	五五	二六	東	二七	四	二	六	八	二·四	八月	三·六	一月	〇·八	一
馬耳他			三五	一四	東	三三	六	五	九	四	一·九	十二月	三·七	七月	〇·〇	一
挪	威	卑爾根	六〇	一九	東	一四	四	三	九	一六	三·二	十月	八·一	六月	三·五	三三
奧	斯	陸	五五	一〇	東	二二	三	二	八	二	二·五	八月	三·六	二月	一·三	一四
特	浪	索	五五	一〇	東	二二	三	二	八	二	二·五	八月	三·六	二月	一·三	一四
充	亮		一八	五八	東	一四	五	三	三	六	四·八	九月	四·七	五月	一·九	一六

波蘭但澤			葡萄牙里斯本			羅馬尼亞布加勒斯特			西班牙巴塞隆納			瑞典哈帕藍達			瑞典士伯恩		
華沙	羅佛	蘭但澤	里斯本	里斯本	布加勒斯特	巴塞隆納	巴塞隆納	巴塞隆納	加地斯	馬德里	帕耳馬	哈帕藍達	哈帕藍達	士伯恩	日內瓦	蘇黎世	
三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	
二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	二二(東)	
三九	三九	三九	三九	三九	三九	三九	三九	三九	三九	三九	三九	三九	三九	三九	三九	三九	
四	四	四	四	四	四	四	四	四	四	四	四	四	四	四	四	四	
二五	二五	二五	二五	二五	二五	二五	二五	二五	二五	二五	二五	二五	二五	二五	二五	二五	
六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	六零下	
八	八	八	八	八	八	八	八	八	八	八	八	八	八	八	八	八	
三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	
二八	二八	二八	二八	二八	二八	二八	二八	二八	二八	二八	二八	二八	二八	二八	二八	二八	
二月	二月	二月	二月	二月	二月	二月	二月	二月	二月	二月	二月	二月	二月	二月	二月	二月	
一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	
一五	一五	一五	一五	一五	一五	一五	一五	一五	一五	一五	一五	一五	一五	一五	一五	一五	

洲別	國別	地名	緯度(北)		經度(東)		高度 (英尺)	平均氣溫 (華氏)		年平均溫 (華氏)		相對濕度 (百分比)		年	降水量(英寸)					
			度	分	度	分		年	一月七月	最高	最低	一月七月	濕		乾	雨	日			
蘇	土耳其	伊斯坦堡	四	二	二	五	六	五	四	五	二	九	六	二	六	八	三	一	二	八
蘇	聯	阿干折	四	三	四	三	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		阿斯特拉汗	三	三	四	三	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		列寧格勒	五	三	四	二	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		藍科朗 Lankoran	六	三	四	一	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		莫斯科	五	四	三	零	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		敖得薩	四	五	三	零	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		提弗利司	四	零	四	四	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		南斯拉夫	四	零	一	五	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		貝爾格勒	四	零	二	零	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		札格拉布	四	零	一	五	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
亞洲	亞	丁	三	零	四	零	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		阿拉伯	二	零	三	零	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		巴林	二	零	三	零	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		吉達	二	零	三	零	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八
		達林	二	零	三	零	三	三	三	三	二	六	六	二	六	八	三	一	二	八

洲別	國別	地名	緯度(北)		經度(東)		高度 (英尺)	平均氣溫 (華氏)		年平均溫 (華氏)		相對濕度 (百分比)		年	降水量(英寸)		
			度	分	度	分		年	一月	七月	最高	最低	一月		七月	濕	乾
印度與 巴基斯坦	臺北	阿拉哈巴	二五	二六	八五〇	三〇	七	五	八	二四	四	八	八	八月	三〇	二六	一八
		邦加羅爾	二二	五	七五	三〇	七	五	八	四	四	七	八	七月	三九	二	五
		孟買	一八	四	七三	七	五	六	九	五	五	八	八	七月	二四	〇	五
		加爾各答	二二	三	八二〇	二	五	六	八	四	六	六	八	八月	二七	〇	四
		德里	二六	三	七二	六	五	八	二	三	五	六	七	七月	七六	〇	三
		喀拉崙	二四	四	六五	一	七	六	三	三	四	六	七	七月	二九	〇	九
		拉合爾	三二	五	七二〇	七	五	六	三	三	四	六	七	七月	五	〇	二
		馬德拉斯	一三	四	八〇	七	五	六	九	二	三	七	八	七月	一四	〇	二
		白夏瓦	一四	一	七三	一	六	五	三	五	五	六	七	八月	二二	〇	二
		西姆拉	三	六	七二	七	三	四	〇	八	二	六	八	八月	一七	〇	四
越南	西貢	西貢	一六	一	一〇三	一〇	三	五	五	七	五	八	八	八月	二二	〇	二
越南	防務	防務	一六	一	一〇三	一〇	三	五	五	七	五	八	八	八月	二二	〇	二
伊朗	布什爾	布什爾	二九	〇	五〇	一四	五	六	八	二	三	七	八	七月	三	〇	一

新加坡	韓 國 仁 川	印 尼 雅 加 達	日 本 東 京	庫 頁 島 大 泊	日 本 根 室	琉 球 那 壩	日 本 長 崎	伊 拉 克 巴 格 達	德 黑 蘭
一 一六 一〇三 四九	三 二九 一三六 三六	六二(南) 一〇六五(東)	三 四二 一五〇 四	四 元 一四 四四	四 二〇 一四 三五	二 六 一三 二七 三九	三 四 一四 五三	三 三 二 四 三六	三 四 五 二五
二九五 八 克	二三二 五 二五	二六 克	一九 七	一三 七	八 四	九 三	四 六 三	二 〇 七 四 九	四,〇〇 三 三
八 九 七	二 五 四 九	六 九 九	七 五 九	二 五 九 零 下 三	三 五 七 八	六 八 九	七 七 九	九 二 一 八	八 五 一 三
六 六 八 五	二 六 七 八 五	六 八 〇	二 六 三	八 三 八 九	一 七 三 九	四 五 六 八	二 五 七 〇	二 九 六 七	一 五 七 九
九 五 〇	四 〇 八	七 〇 八	六 四 四	二 六 九	三 七 九	八 四 一	七 五 〇	六 六 六 七	九 九
七 月	七 月	二 月	九 月	九 月	九 月	六 月	六 月	三 月 一 月 三 月	一 月
一〇 一	一〇 九	二 三 二	八 九	四 二	五 五	一〇 四	二 三 八	三 〇 一 四 六	二 〇
七 月	二 月	八 月	一 月	二 月	二 月	七 月	一 月	九 月 七 月 六 月	八 月
六 七 一 九	〇 七 一 〇	一 七 一 七	二 二 一 四	〇 七 一 六	一 一 一 五	四 一	三 〇 一 六	〇 〇 一 五 六	〇 四 二 七

洲別	國別	地名	緯度(北)		經度(東)		高度 (英尺)	平均氣溫 (華氏)		年平均氣溫 (華氏)		相對濕度 (百分比)		降水量(英寸)		年
			度	分	度	分		年一月	七月	最高	最低	一月	七月	濕月	乾月	
中華民國	陽	陽	四一	四一	一三三	三三	一四一	四一	九	四	九	六	六	二	三	年
	哈爾濱	濱	四四	四四	一三六	四〇	五五六	三六	一	三	九	零	下	一	六	年
	化	化	四三	四三	一八七	三二	二九六	四一	一	三	一	零	下	一	三	年
	耶路撒冷	冷	三二	三二	三三	一三	二四五	三三	四	六	二	九	四	一	五	年
以色列	注	注	三三	三三	三三	三三	三三	三三	三三	三三	三三	三三	三三	三三	三三	年
菲律賓	馬尼拉	拉	一四	一四	一三〇	一五	四	八〇	七	八	六	三	七	八	三	年
	Surigao	拉	九	九	一三五	二六	二〇	八〇	七	八	六	三	七	八	三	年
泰國	曼谷	谷	一三	一三	一〇〇	三〇	七	八三	九	八	四	一	三	六	五	年
印度	棉蘭	蘭	三	三	九六	四	七	七	九	九	六	八	九	九	九	年
	巴東	東	〇	〇	一〇〇	三	三	九	九	九	九	九	九	九	九	年
	巴東	東	〇	〇	一〇〇	三	三	九	九	九	九	九	九	九	九	年
黎巴嫩	貝魯特	特	三三	三三	三五	二六	二二	七〇	五	八	五	四	〇	七	九	年
西藏	拉薩	薩	元	元	九二	三三	三六	四	三	六	一	三	三	三	〇	年

濕月 乾月 雨月

月份 雨量 月份 雨量

年 日

一月 二月 三月 四月 五月 六月 七月 八月 九月 十月 十一月 十二月

二五八 〇〇 九〇

七四 〇〇 六

二〇四 一〇二 三六 一四三

二二〇 一三〇 〇三 一三五

二六七 二八〇 〇五 一五九

二五三 二六〇 〇〇 〇〇

一六 一六 〇三 一三五

一六 一六 〇三 一三五

一六 一六 〇三 一三五

一六 一六 〇三 一三五

一六 一六 〇三 一三五

一六 一六 〇三 一三五

一六 一六 〇三 一三五

北美	阿拉斯加	荷蘭	蘇聯	土耳其	約旦	印度
諾母	阿拉斯加	荷蘭	蘇聯	土耳其	約旦	印度
齒	齒	齒	齒	齒	齒	齒
三〇	三〇	三〇	三〇	三〇	三〇	三〇
二五二四(西)	二五二四(西)	二五二四(西)	二五二四(西)	二五二四(西)	二五二四(西)	二五二四(西)
三〇	三〇	三〇	三〇	三〇	三〇	三〇
二五	二五	二五	二五	二五	二五	二五
二	二	二	二	二	二	二
五〇	五〇	五〇	五〇	五〇	五〇	五〇
三零零下五六	三零零下五六	三零零下五六	三零零下五六	三零零下五六	三零零下五六	三零零下五六
一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇	一〇
一	一	一	一	一	一	一
一	一	一	一	一	一	一
二七二	二七二	二七二	二七二	二七二	二七二	二七二
八月	八月	八月	八月	八月	八月	八月
三二	三二	三二	三二	三二	三二	三二
四月	四月	四月	四月	四月	四月	四月
〇五	〇五	〇五	〇五	〇五	〇五	〇五
一〇六	一〇六	一〇六	一〇六	一〇六	一〇六	一〇六

洲別	國別	地名	度	緯度(北)	度	經度	高度 (英尺)	平均氣溫 (華氏)		年平均溫 (華氏)		相對濕度 (百分比)	年	降水量(英寸)			
								年	一月七月	最高	最低			濕	月	乾	月
	加拿大	沙洛鎮	四一	五五	一三	二二	四一	四一	三三	三三	三三	三三	十月	三〇	四一	二六	一四〇
		夕特卡	五五	三一	一五	二九	五	四	三	七	七	一	十月	二〇	四一	三一	二二
		艾德蒙香	五三	三三	一一	二〇	二二	三	五	六	六	一	七月	三四	三四	〇六	一一
		道生	四四	四一	一一	二九	一〇	三	三	五	五	一	八月	一五	二二	〇二	五五
		希布倫	五二	二二	二二	三二	四九	二	六	七	八	一	九月	三三	三三	〇六	二五
		蒙特利爾	四五	三〇	七三	三四	一八	四	三	九	七	一	一月	三八	三三	二六	一五七
		渥太瓦	四四	二六	五五	四二	三三	四	三	九	七	一	十月	三四	三四	二二	一五三
		魁北克	四七	四六	七二	三三	二九	三	六	六	六	一	七月	四〇	四〇	二二	一三三
		聖約翰	四六	一七	六六	四四	二九	四	一	三	三	一	十月	四一	四一	二二	一三五
		聖約翰	四四	三三	五三	四二	二四	四	二	三	三	一	十月	五九	五九	三五	一五六
		多倫托	四三	四〇	五九	三四	三二	四	三	三	三	一	九月	三〇	三〇	二四	一四七
		維多利亞	四八	二二	一三	二九	三六	五	三	六	六	一	七月	四七	四七	〇四	一五〇
		溫尼伯	四九	五五	九七	七七	七	五	六	九	八	一	六月	三一	三一	〇九	一〇六

美 國										墨 西 哥						
聖路易	波特蘭	費城	紐約	新奧爾良	美安密	洛杉磯	基維斯	加耳維斯敦	丹佛	芝加哥	查里斯敦	波士頓	墨西哥城	沙林克路斯	委拉克路斯	馬薩特蘭
三六	三三	三九	四〇	三九	四二	三三	三三	二〇	三九	四四	三三	四三	一九	一六	一九	二二
三六	三三	三九	四〇	三九	四二	三三	三三	二〇	三九	四四	三三	四三	一九	一六	一九	二二
九〇二	三三四	七五九	七四〇	九〇四	八二二	二一八七	八四八	九四〇	一五〇	八七七	克美	七四	九一〇	九五二	九一八	〇六三
五八	一三	二四	三四	三〇	八	三六	三	九	五、三九	八三	四	二五	四	一八四	七、四二	二四九
五	五	四	五	七〇	五	六	七	七〇	五	兜	六	五	七	八〇	六〇	四
三	亮	三	三	五	六	四	六	四	元	二	五	二六	七	五	四	六
六	六	七	七	八	八	七	八	七	三	三	八	七	八	八	六	八
九九零下	九	一	九	七	一	一	九	九	九零下	九	九	一	一	九	八	九
三	二〇	一	一	二	一	一	三	二	二	七	二四	一	一	三	三	五
五	八	七	四	九	九	五	八	五	五	一	七	七	八	七	五	六
六	六	六	五	六	五	五	三	七	五	一	五	七	八	六	六	六
七	四	四	四	五	五	一五	三	三	一四	三	四	四	六	四	三	三
四	六	六	八	三	七	二	一	五	二	五	六	六	七	六	三	二
五月	七月	八月	八月	七月	九月	二月	九月	九月	五月	五月	七月	八月	七月	六月	七月	九月
四	六	四	四	六	八	三	六	五	二	三	六	三	一	二	四	一
三	七	六	三	五	五	三	七	六	二	五	九	六	三	二	五	三
七月	八月	十月	十月	十月	七月	八月	二月	三月	一月	七月	十月	六月	三月	二月	一月	四月
二	〇	二	三	三	一	〇	一	二	〇	二	二	二	〇	〇	〇	〇
三	六	七	〇	五	七	〇	三	七	四	一	一	九	五	〇	三	六
二〇	一四	一四	一五	二〇	一七	一八	二二	九	四	五	四	五	三	六	八	六

安哥拉 羅安達	摩珊第斯	奧倫	利爾 亞印沙拉 Insalah	非洲 阿比亞的斯 尼亞巴	福克 島史坦萊	委內瑞拉 加拉卡斯	烏拉圭 蒙特維多	秘魯 利瑪	巴拉圭 亞松森	基多
八四(南)	一五三(南)	三三(北)	三三(北)	九二(北)	五三(南)	一〇三(北)	四三(南)	二二(南)	二五(南)	〇二(南)
一三三(東)	一三三(東)	〇元(西)	二二(東)	三六(東)	五五(西)	六五(西)	五二(西)	七三(西)	五三(西)	六三(西)
一五〇	一七	一〇三	一九四	八〇八	六	三、四、八	三	六四	四六	九、三〇
六	三	三	六	五	四	六	三	三	三	五
七	五	五	五	五	四	三	三	七	八	五
六	三	三	三	五	三	六	五	六	六	五
一	九	九	一〇二	一	九	八	九	八	一〇五	一
一	三	三	三	一	八	四	三	五	三	一
八	七	四	三	三	七	六	六	五	三	三
三	三	三	六	六	九	八	八	八	三	六
三·九	一三·一	一四·八	二九·八	四·七	二五·七	三·八	五·三	一·五	五·八	四·一
四月	四月	一月	三月	八月	三月	七月	四月	八月	三月	四月
一·六	四·七	二·八	五·一	二·八	二·八	四·三	四·三	〇·三	六·三	七·三
七月	八月	八月	七月	三月	九月	二月	十月	—	八月	七月
〇·〇	〇·〇	〇·〇	〇·一	〇·三	一·四	〇·四	二·五	—	一·五	〇·八
九	八	四	三	三	三	—	八	四	九	二

岡比亞 巴得斯特	黃金海岸 (迦納) 坎麥蘭島 Kamalan	肯亞 蒙巴薩 乃洛比	利比亞 班加西 的黎波里	馬達亞 加塔馬達夫 坦南那利	摩洛哥斯 巴坦角	莫三鼻克 貝伊拉 洛朗索馬克	尼日利亞 卡杜納
一三二(北)	五三三(北) 一五二(北)	四四南 二四南	三七七(北) 三三六(北)	一八七(南) 一八五(南)	三五四(北)	一九五(南) 二五五(南)	一〇三(北)
一六六(西)	〇二(西) 四三六(東)	三九四(東) 三六四(東)	二〇二(東) 一三一(東)	四二四(東) 四七三(東)	五五五(西)	四四一(東) 三三六(東)	七二五(東)
三	八 二	五 五	二六 二	二〇 四	一七	二 一	一
六	六 六	八 六	六 六	八 七	三	八 七	七
八	七 九	七 六	七 七	七 七	三	六 六	六
一〇	一〇 一〇	六 六	一〇 一〇	九 九	九	一〇 一〇	一〇
五	三 三	六 六	六 六	五 五	四	四 四	五
五	五 五	六 六	五 五	五 五	四	五 五	五
七	六 六	七 七	六 六	六 六	七	七 七	八
四	二 二	四 四	一 一	一 一	三	二 二	五
四	三 三	四 四	一 一	一 一	三	二 二	五
八	六 六	五 五	七 七	三 三	一	二 二	八
一	七 七	三 三	二 二	二 二	五	二 二	三
一	〇 〇	〇 〇	〇 〇	〇 〇	〇	〇 〇	〇
三	〇 〇	〇 〇	〇 〇	〇 〇	〇	〇 〇	〇
一	一 一	二 二	一 一	一 一	五	二 二	三
〇	〇 〇	〇 〇	〇 〇	〇 〇	〇	〇 〇	〇
二	二 二	一 一	二 二	二 二	五	二 二	三

洲別	國別	地名	緯度(北)		經度		高度	平均氣溫		年平均溫		相對濕度		降水量(英寸)				
			度	分	度	分	(英尺)	年	一月	七月	最高	最低	一月	七月	年	濕	乾	日
坦干伊喀三	蘇丹	蘭喀土木	六五〇(南)	一五三(北)	三九七(東)	三〇	九	八	七	九	三	八〇	八	四一〇	四月	十一月	八月	一〇
羅得西亞	索爾斯堡	自由鎮	一七四(南)	三二(北)	三五(東)	八八五	六	七	九	三	七	七	三〇	一月	六月	七月	〇	
尼亞沙蘭	巴	拉哥斯	一五三(南)	二七(北)	三五(東)	一〇〇	六	七	九	三	八	八	三〇	一月	六月	七月	〇	
索馬利蘭	吉布地	摩加底沙	一三(北)	四二(北)	四九(東)	二〇	六	七	九	三	七	七	一〇	三月	三月	三月	〇	
西南非	瓦維斯灣	文特胡克	三三(南)	一四(南)	一七(東)	二四	六	七	九	三	八	八	一〇	一月	五月	五月	〇	
獅子山國	自由鎮	自由鎮	八元(北)	一三(西)	一八〇	二	六	七	九	三	七	七	一〇	七月	七月	七月	〇	

昆士蘭布利斯班	達爾文	新南威爾斯	澳洲聯邦屬地	桑吉巴	慶伯利	約翰尼斯堡	東倫敦	德爾班	南非聯邦開普敦	烏干達恩德培	突尼西亞突尼斯
三七(南)	三三(南)	三三(南)	三二(南)	六二(南)	二六(南)	二六(南)	三一(南)	元五(南)	三三(南)	〇五(北)	三三(北)
一三(東)	一三(東)	一五(東)	一四(東)	一三(東)	二四(東)	二六(東)	二七(東)	三三(東)	一八(東)	三三(東)	一〇(東)
二五	七	一六	一六	充	四〇〇〇	五、九五	一四九	五〇	四〇	三、八三	一〇
充	八	充	充	充	充	充	充	充	充	充	充
七	八	七	充	八	七	六	七	七	七	七	三
五	七	五	五	充	充	充	充	充	充	充	充
一〇〇	九	一〇〇	一〇〇	九	一〇〇	九	九	九	九	八	一〇
元	〇	元	一	充	三	二	四	四	元	元	三
七	五	七	五	八	三	三	三	三	元	元	元
七	五	充	八	八	六	四	五	五	七	元	元
四	六	四	三	六	一	三	三	四	二	元	元
一	一	四	一	六	一	一	三	三	六	元	元
一	一	二	二	二	二	二	二	二	二	元	元
六	一	五	一	三	三	六	三	六	四	九	二
五	五	六	六	六	二	二	八	〇	三	八	二
八	八	七	七	八	八	八	八	八	八	八	八
〇	〇	二	〇	一	〇	〇	一	一	〇	二	〇
二	九	一	一	三	一	一	一	一	一	一	一

塞昔馬	三毛亞	新喀里多尼亞	毛里斯島	馬得伊島	夏威夷檀	飛枝羣島	加羅林	加那利	亞運羣島	島嶼亞森欣島
耳馬赫	阿比亞	米亞		芬查耳	香山	蘇瓦	林雅浦(島)	拉斯巴馬斯	奔德臺加大	
四七(南)	二三(南)	三二(南)	二〇(南)	三三(北)	二二(北)	一八(南)	九〇(北)	二六(北)	七〇(北)	七五(南)
五三(東)	一七(西)	一六(東)	三三(東)	一六(西)	一五(西)	一七(東)	一八(東)	一五(西)	二五(西)	一四(西)
一五	七	三	一八	三	六	二	六	九	二	五
八〇	六	七	七	五	五	七	八	六	六	七
八〇	九	八	九	六	七	五	八	七	七	七
六	七	六	六	七	六	三	八	三	八	九
八	〇	四	二	九	六	三	四	〇	〇	九
三	六	五	四	四	五	六	二	五	四	六
八	八	七	六	四	七	六	八	三	七	四
六	二	三	七	五	五	七	六	五	六	九
九五·六	一〇六·九	五〇·五	五〇·六	二五·四	三〇·六	二二·一	二九·一	九·六	二六·五	五·九
一月	一月	三月	三月	十月	七月	三月	七月	十月	十月	四月
一六·〇	一六·八	七·七	八·七	四·九	四·三	一四·三	一七·四	二·二	三·四	一·五
八月	七月	九月	九月	七月	六月	七月	四月	六月	七月	七月
二·二	二·六	一·三	一·四	〇·一	一·〇	四·九	五·〇	〇·〇	〇·八	〇·一
—	一八·八	一三·七	二〇·四	六·六	一七·五	二四·四	二五·九	四·七	一四·三	六·四

洲別		國別		地名		緯度()		經度		高度(英尺)		平均氣溫(華氏)		年平均最高最低(華氏)		相對濕度(百分比)		降水量(英寸)						
年	月份	雨量	乾	月份	雨量	年	月份	雨量	乾	月份	雨量	年	月份	雨量	乾	月份	雨量	年	月份	雨量	乾	月份	雨量	
蘇羅門羣島	杜拉基	九	五南	一〇	一〇東	八	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二
卑斯匹根	綠港	六	二北	一四	一五東	三	一	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三
大溪地	帕披蒂	一七	三南	一	一四西	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三

附錄五 本書重要參考書籍目錄

Bibliography

C.E.P. Brooks: *Climate In Everyday Life*, Philosophical Library Inc. New York, 1951.

Jeffrey Ellis Aronin: *Climate and Architecture*, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1953.

Ivor S. Groundwater: *Solar Radiation In Air Conditioning*, Grosby Lockwood & Sons, Ltd., London 1957

Peter E. Viemeister: *The Lightning Book*. Doubleday & Company, Inc., New York, 1961.

Rudolf Geiger: *The Climate Near the Ground*. Harvard University Press, Cambridge, 1950.

Proceedings of the Symposium held in Melbourne, February, 1959.

Antarctic Meteorology, Pergamon Press, New York, 1960.

IGY Bulletins of the National Academy of Sciences, Washington, D.C. 1957—1959.

Hans H. Neuberger *Weather and Man*, Prentice-Hall, Inc. N.Y. 1950

E. Aubert de la Rue (translated by Madge E., Thompson): *Man and the Winds-Hutchinson's Scientific and*

Technical Publications-Stratford Place London, 1955.

Clarence A. Mills: *Climate makes the man* Harper and Broihers Publishers, 1942.

Ellsworth Huntington: *Civilization and Climate* Yale University Press, New Haven, 1948.

Markham, S.F.: *Climate and Energy of Nations* Oxford University Press, 1947

Nikandrov, V.Ya.: *Artificial Modification of Clouds and Fog*.

NCAR Library Translating Unit. Colorado, U.S.A. 1968.

中華民國五十八年九月初版

大學叢書
氣候與文化
一冊

定價新臺幣五十五元正

編撰者
鄭子政

發行者
臺灣商務印書館
股份有限公司

臺北市重慶南路一段三十七號

印刷及發行所
臺灣商務印書館
股份有限公司

登記證：內版臺業字第〇三一號

版權所有
翻印必究