科學圖書大庫

童子軍科學叢書

氣象淺說

譯　　者　林碧初
校閱·主編　劉　拓

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

童子軍科學叢書

氣象淺說

譯　　者　林碧初
校閱・主編　劉　拓

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人　徐銘信　科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人　林碧經　科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有　　不許翻印

中華民國六十四年一月十五日初版

童子軍科學叢書

氣象淺說

基本定價　0.60

譯者　林碧初
校閱・主編　劉拓博士

(63)局版臺業字第0116號

出版者　財團法人臺北市徐氏基金會　臺北市郵政信箱53-2號　電話783686 785250號
發行所　財團法人臺北市徐氏基金會　郵政劃撥賬戶第15795號
承印者　大興圖書印製有限公司　三重市三和路四段一五一號　電話979739號

要求事項

附註：先將本小册整個閱讀一遍，熟悉本書的計畫和全般主題事宜。然後，在你攻讀氣象榮譽徽章時，利用目錄表查出下列任何要求事項中全部或部分有關的討論內容。

1. 獲得關於你本地的氣候資料（最高和最低的氣溫、濕度、雨量、風），並討論它對於工業、農業、衣著、運輸、住宅、和娛樂的影響。
2. (a)說出甚麼是氣象學。訪問氣象局所屬的某一個氣象台。解釋舉行氣象觀測所使用之方法和裝置。描述下列儀器並說出在氣象測量上如何運用：風標、風速計、氣壓計、溫度計、濕度計、雨量器。
   (b)說出雷達、人造衛星、和各種電子裝置如何運用在氣象學上。
   (c)列出你所在地區的無線電和電視台名稱表，指出其播放氣象預報的時間。說出何時及如何發佈劇烈天氣警報。
   (d)閱讀一張天氣圖。敍述高氣壓系統、低氣壓系統、冷鋒、暖鋒、噴射氣流、等壓線、和等溫線。
3. (a)繪製一幅大氣的剖面圖，顯示出它的三個主要氣層。
   (b)敍述和區別颶風、龍捲風、氣旋、颮線、和暴風雪。明瞭雷雨和其他劇烈天氣的安全預防措施。明瞭影響你地區的是何種風暴。
   (c)由風對樹木、旗幟、或其類似物體之影響，來估計風向和風速。
4. (a)繪製一圖以顯示出水文循環。
   (b)依照雲狀和雲高辨認出各種雲。說出晴天積雲與積雨雲；層雲、高層雲、和卷層雲；層積雲與高積雲之間的差別。
   (c)辨別毛毛雨、雨、凍雨、霙、雹、和雪。
5. (a)製一具簡單的風標、雨量器、風速計、毛髮濕度計或濕球溫度計、及測雲器。
   (b)製作一張下列各氣象要素一個月的逐日氣象紀錄表：晨間的露和霜，及每日同一時間的風向、溫度、雲狀、和降水。
   (c)在上述同一張表內，列出由無線電台或電視台所收聽到的美國氣象局在每日相同時間所作之氣象預報；而且，在同一張圖上，簡要說明實

際出現的天氣如何。計算最後兩項，填入紀錄相互一致的次數。

1972年版
1963年取得版權
美國童子軍總會
北布倫茲維克，新澤西州
編號 3274 在美國印製 10 M172
美國國會圖書館
目錄卡編號：19——600

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.

目　錄

要求事項

第一章　了解大氣和天氣 …… 1

氣象學…… 1

大氣的要素…… 1

全球性風和氣壓系統…… 2

各種風系…… 5

水分——水文循環…… 9

降水的形式……10

能見度……11

暖鋒和冷鋒……12

劇烈天氣……14

雲的形成……17

第二章　測量和紀錄天氣 ……24

氣象儀器……24

大氣壓力……24

風向……27

風速……27

氣溫……30

空氣中的水分……32

雨量……34

雲移動的方向……34

天氣圖……36

研究一個星期的天氣……37

訪問氣象台……42

第三章　預測天氣和了解氣候 …43

電子裝置……43

氣象預報——過去和現在…44

風暴偵測和追踪……45

氣候差別的原因……46

本地區的氣候……47

未來的氣候—部份要依靠你49

關於氣候的書籍…… 50

美國氣象局出版的書刊…… 51

第一章 了解大氣和天氣

氣象學

我們生活所需的大氣，幾乎永不休止。但是我們要求將它停止片刻，以便我們來談談大氣的各部份和它所處的境地如何。在科學上，我們稱它爲大氣，而我們研究它所發生的現象稱之爲氣象學。

氣象學並不是一門研究隕石（Meteorites）的學問。在英文裡，氣象學（Meteorology）一詞是來自希臘語，意思是「天空中的各種現象」。因爲隕石是由外太空衝進大氣內的，當然它會出現在天空中。

大氣的要素

我們的大氣是掩蓋著地球非常薄薄的一層混合氣體。其中六種氣體所佔的份量很多，比較重要。氮是最多的一種氣體，佔大氣的百分之78，氧佔百分之21，氬佔百分之0.93，和二氧化碳佔百分之0.03。這四種氣體的比例從地面一直到十二或十五哩的高度始終保持一樣，而其中三種氣體是我們生存絕對必要的。甚至就是我們以爲與汽水和滅火器最有關連的二氧化碳，也是植物維持生命必需的。而且我們生活中不能沒有植物。

大氣中還有另外兩種重要的氣體——叫做可變的氣體。一種是水汽，其存在的份量從零到百分之四，另一種是臭氧，被發現大部份集中在地球上空六哩到三十哩之間。水汽大部份集中在最低層的一哩以內。說到天氣，水汽實在是大氣中最重要的部份。

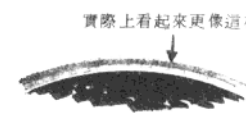
在你繪製大氣的剖面圖來表示三個主要氣層時，看起來總是好像一塊冰淇淋三明治似的。但是，要記住地球約有8,000哩厚，而我們的大氣只是非常淺薄的一層，爲了氣象學上的目的，我們只有將大氣分成數層。事實上，大氣正好漸漸向上稀薄，而沒有明顯的邊界。對流層，或稱爲最低層，從地面向上伸展只有六或七哩。平流層，我們以爲「向上」只從大約七哩伸展到五十哩。游離層，從平流層向上延伸，是對於無線電波反射作用很重要的一

層，但幾乎是完全空空的空間。它只含有很少的空氣分子。

游離層表示是游離粒子（即離子）的區域。平流層表示是平靜或者平滑的區域。對流層正好剛剛相反——表示活躍的或者混合的大氣帶，以後將詳加說明。對流層是天氣舞台上所扮演的區域。此處產生了雨和雪、乾燥和大風雪、風和洪水——晴朗的天氣和暴風雨的天氣，影響著我們全體人類的各種計畫和活動。

在早年人類就開始注意到天氣——陰、雨、寒、暖——大部份要看風向、空氣溫度、和水汽含量來決定。

稍後人類發現空氣是有重量的，而且加熱會變得比較輕，冷却後會變得比較重。這樣加熱和冷却的過程，造成風向的吹送和控制著空氣所能支持的水汽含量。



空氣的重量施壓力在地球上（約爲每平方吋 14.7 磅）。地球表面因太陽影響各地的加熱和冷却不能相等，所以空氣無法在所有各地始終施予相同的壓力。空氣因地球之暖區而被加熱時，空氣膨脹而使該區的空氣壓力（重量）較少。空氣變得較冷時，則收縮和堆積，形成一高氣壓（重量）區。

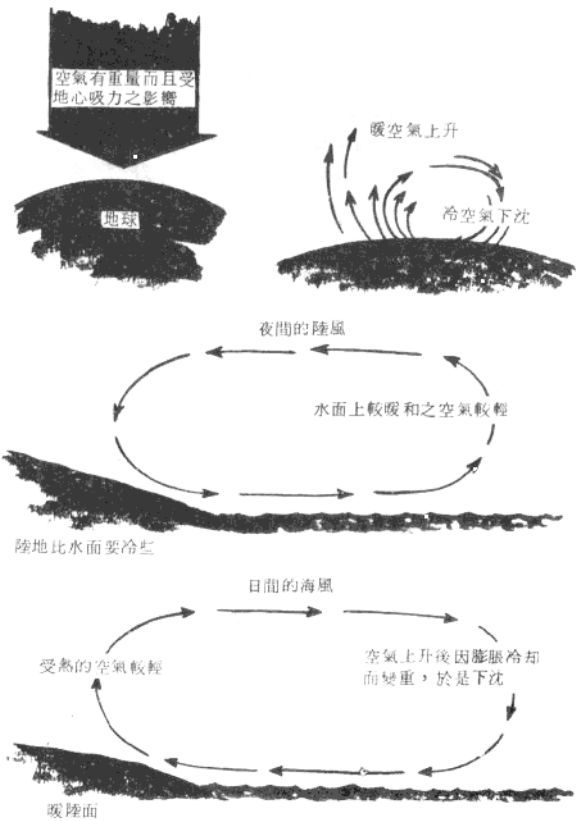
如果能使對流層的空氣著色，而且在其覆蓋著地球上時從橫斷面來看，可以發現空氣層並不深厚。空氣也有山嶺和河谷，就像地球表面高低不平的地區一樣。空氣的山嶺是高氣壓區，而空氣的河谷是低氣壓區。

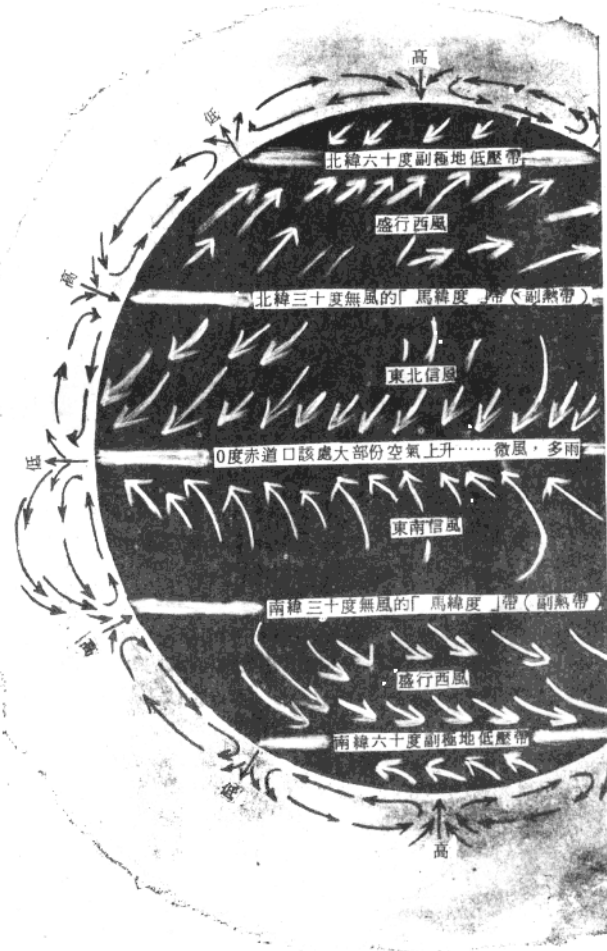
空氣像水一樣，有從高氣壓區流向低氣壓區的傾向。就好像低氣壓在說：「快過來，這裡很寬敞呢！」。你可以在一個溫暖的夏天裡，在湖邊或海邊看到此項例子的說明。暖陸面上的空氣受熱上升，讓出空位給附近冷水面上的凝重空氣，就這樣帶來了令人精神爽快的海風。

全球性風和氣壓系統

這張全球性風和氣壓系統圖，指出地球上的一般風系和較暖地區，因爲

風是怎樣產生的


空氣有重量而且受地心吸力之影響
地球
暖空氣上升
冷空氣下沈
夜間的陸風
水面上較暖和之空氣較輕
陸地比水面要冷些
日間的海風
受熱的空氣較輕
空氣上升後因膨脹冷却而變重，於是下沈
暖陸面


高
低
北緯六十度副極地低壓帶
盛行西風
北緯三十度無風的「馬緯度」帶（副熱帶）
東北信風
0度赤道口該處大部份空氣上升……微風，多雨
東南信風
南緯三十度無風的「馬緯度」帶（副熱帶）
盛行西風
南緯六十度副極地低壓帶
高

暖空氣上升所產生普遍的低氣壓如何帶動了空氣的環流。空氣冷却下來時，因爲比較重而向下沈，致使發生高氣壓帶。

這張圖的本身就是很好的說明，但是要注意到何以各風系在北半球稍向右偏而在南半球稍向左偏。同時要注意到何以各風帶通常由高氣壓出發吹向低氣壓帶。

這種全球性風和氣壓系統的作用與比較容易觀測得到的空氣作小規模的局部運動是相同的。

各種風系

這裡給我們帶來風的主題，一種對天氣很重要的因素。大體來說，我們地球表面各處不相同的加熱再加上它本身的轉動，造成十分可以預測的規律的各式風型，環繞地球成某種風區或風帶。舉例來說，信風（又叫做貿易風）在赤道向北和向南延伸緯度三十度構成由東向西十分穩定吹送的風帶。西風帶是由此等南北緯三十度以南和以北普遍由西向東吹送的風帶，它和信風帶之間隔著一狹窄的無風帶（又叫做馬緯度帶）。馬緯度的名稱是因爲航海的帆船載運馬匹去美國販賣，常遭遇到燠熱沒有一絲絲風的天氣，馬匹都死光了而得名的。美國大部份都是在西風帶內。

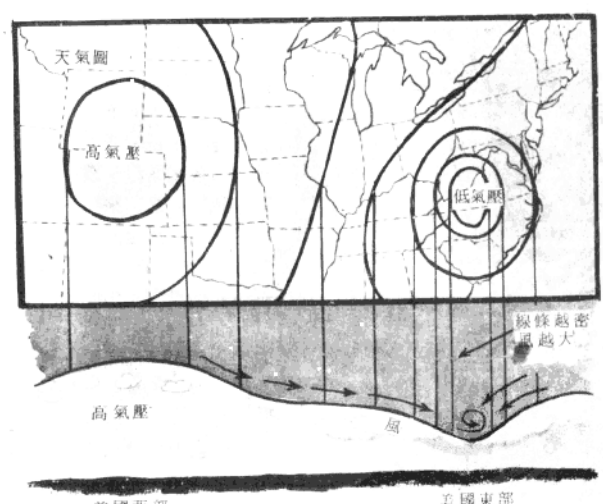
全球性大氣環流的詳細說明最好留給教科書去介紹，其中有些已經列入本小册背後的參考書名表內。此等

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.

風的運動，在學習預測天氣時是重要的。

大多數影響到我們天氣的風，和我們前面所說的局部性海風並不很相像，它們多半是螺旋狀的氣流而不是直線吹送的。它們環繞高氣壓區和低氣壓區旋轉，就像巨大的紙風車一樣。氣象人員稱低氣壓運動爲氣旋，而高氣壓運動爲反氣旋。

在北半球，環繞高氣壓區旋轉的風，始終是順時鐘方向吹送的。要了解其中的道理稍有些困難，但是最好的舉例說明是這樣的：如果你從美國的芝加哥發射一枚火箭以分毫不差的弧度直接瞄準新奧爾良市，而且該枚火箭在空中的時間是一小時，在這一小時之內地球的自轉使新奧爾良市大約向東移動了1,000哩，你所發射的這枚火箭可能落到德克薩斯州的某個地方了！你可以這麼說火箭偏向右邊了，雖然實際上火箭始終並未曾改變了方向——而是地球自轉所弄的戲法。在南半球，你會說這枚發射的火箭偏向左邊了。



天氣圖上所出現的高低氣壓區其間所畫的線條是氣壓報告相同各地所連成的線（等壓線）

因此，雖然空氣也像火箭飛行一樣以直線的方向吹送，但是由於地球的自轉在北半球迫使其偏向右邊（順時鐘方向）。這種力叫做科氏力，是因爲科（Coriolis）氏發現的而取名。

但是在颱風或者龍捲風內，風是反時鐘方向吹送的。在北半球，所有低氣壓的氣圈（氣旋），似乎是不順到科氏力的作用而朝著相反的方向吹送（反時鐘方向）。

我們還沒有發現到，各種氣象書籍的作者之間，對何以會發生這種相反的運動有任何一致的意見。但是它的確是這樣的，因此我們要用自己家裡的實物說明來解釋並幫助你了解它。

就如我們曾經提到過的，高氣壓的氣團就像一堆濃密空氣的山一樣，風沿著其坡度螺旋形向下和向外吹送（因科氏力作用而成順時鐘方向）。低氣壓區恰好和高氣壓相反。它是空氣的窪地或山谷。任何凝重的空氣進入到低氣壓區就可能向下朝向其中心吹送，而不是向外離去。低氣壓的空氣輕而不是濃密，主要是因爲比較暖和。如果有任何凝重的空氣來到低氣壓區，原來的暖和空氣是隨時準備讓出空間來的。

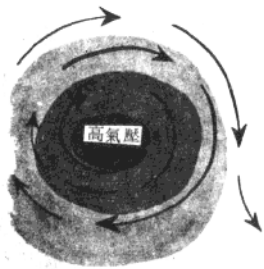
所以低氣壓是一個引誘附近高氣壓的濃密凝重空氣的去處。這些空氣正好在尋找一個出處，而最近的低氣壓就是一個好去處。

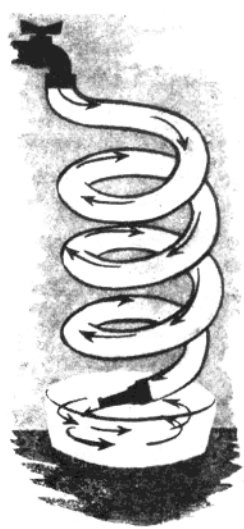
其次，如果濃密空氣像水一樣沿著一條河流在吹送，而且以直線吹送來到河谷的邊緣，它越過該邊緣直線來到谷底。

但是，假定空氣到達河谷的邊緣時並不是以直線進行的。假定它曾經順時鐘方向轉了一些時間，而且以一種偏右的角度來接近河谷邊緣——可能幾乎和其邊緣相平行。而且假定空氣由氣山上面下來其後有一股非常少量的壓力。

要了解低氣壓內風相反吹送這種令人費解的道理，可將花園裡的水管像圖中所看到的一樣盤繞在一起，這樣會使水在管內作順時鐘方向流動。其次放一隻有柄的平淺小鍋靠近水龍蛇管末端的噴頭。提起噴頭高過小鍋的鍋邊，並朝向右指。開大水龍頭，看看發生甚麼樣的作用。順時鐘方向的水流迫使其靠近小鍋的右手邊沿著鍋邊噴射而出，而使水變成反時鐘方向流動。最後鍋裡所有的水都成了反時鐘方向轉動而成爲一旋渦效應，其中心陷成一個小洞。

這就是空氣中高氣壓進入低氣壓開始作反時鐘方向運動典型的方法，因此，科氏力確實促使低氣壓開始由右向左旋轉。這種運動一經開始，就會有更多的空氣吹送入低氣壓內而連接成由右向左的旋渦。





風環繞高氣壓作順時鐘方向吹送而且環繞低氣壓作反時鐘方向吹送這種變化可由自己家裡的實物說明得到更好的了解

在西風帶的更上空，接近對流層的最高高度，有一風系似乎違反了空氣運動的常規。這就是噴射氣流，是被第二次世界大戰期間高空飛行的飛行員們所發現的。

噴射氣流以每小時150到400哩的速度由西向東運動，有時候發現成相當狹窄的風帶，在其中作長距離的空中運輸飛行有很大的幫助。當然，如果作相反方向的飛行，就會有很大的妨害。

沒有人曾經對噴射氣流的源地或者它形成的道理作過成功的解釋。但是曾經發現到噴射氣流向北或者向南有任何的偏位，會對其下面的天氣有顯著的影響。數年以前，氣象人員在秋季內就曾追踪過噴射氣流，發現它偏向南移，因此他們就預測將有一個嚴寒的冬天要來臨。事後證實這次的預測是千眞萬確的，那年的冬天風暴比其平常應有的位置偏南移了很多。

水分——水文循環

關於天氣最重要的事情，就是水分所帶給我們的。風會日夜吹送，溫度會上升下降，而且高低氣壓會交替發生，但是如果沒有下雨，我們可會有眞正的麻煩了。

很幸運的，在奇妙的空氣調節系統之外，我們還有一個奇妙的水循環系統。在地球的大部份海洋上空，水汽形成雲之後開始降水，雖然有些是來自湖泊、河流、和草原的「蒸發」。

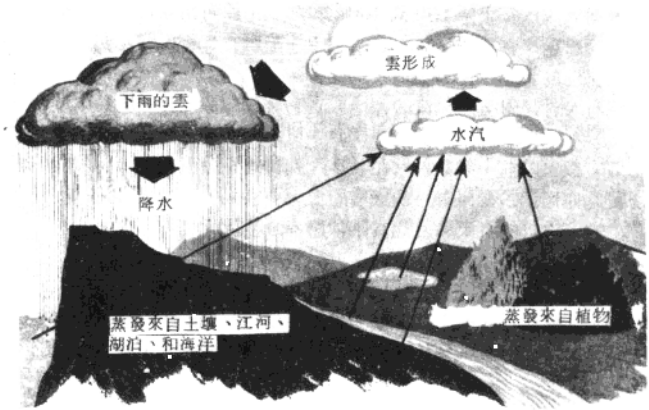
降落在陸地上的大部份雨水，是由它的源地以水汽的形式輸送到幾百哩或者幾千哩之遠。到達陸地的雨水，匯流入小溪小河再注入大江，或者滲透入泥土裝滿了泥土所需要的水之後同樣會注入江河。

因此，大部份的水是由海洋蒸發而來，最後還是歸它走的途徑返回海洋。這種一連串的變化過程——蒸發、水汽輸送、凝結、降水、流走、滲透、和匯成的河流——通常稱爲水文循環。

空氣中的水汽含量叫做大氣濕度。凝結現象未發生以前，空氣中所能含水汽的量要看溫度來決定——溫度越高空氣中所能携帶水汽的量也越多。繼續不停的蒸發水汽到空氣中總會達到最大的限度，我們說它已到了飽和點。增加水汽到空中或者使空氣冷却下來都會使空氣變爲飽和。

因此，在晴朗的夜晚，靠近地面的空氣溫度繼續下降一直達到飽和爲止，而有露珠附著在草上和近地面的物體上。同樣的方法，靠近地球表面的空氣會冷却一直到形成地面霧。大氣中的凝結現象，通常是因空氣冷却而達到飽和點，只有很少的機會是在相同的溫度下不斷的蒸發作用而達到飽和的。

水文循環



發生飽和時的溫度叫做露點溫度。空汽中實際的水汽含量對當時溫度下使空氣達到飽和的水汽含量的比值叫做相對濕度（通常用英文字母RH表示之）。

你或許曾經聽到無線電或者電視播音員報告過相對濕度作爲天氣報告的一部份，或者在新聞報紙上看到這樣的報導。如果相對濕度是百分之五十，意思是空氣在達到飽和以前還可以容納兩倍的水汽含量。相對濕度超過百分之五十以上很多時，如果是在夏天我們說它是酷熱的或悶熱的天氣，如果是在寒冷的天氣我們說它是潮濕的或寒冷的天氣。

偶然的，氣象報告員會提到溫濕（溫度——濕度，通常用英文字母 TH 表示）指數，它是猜測的表示空氣應有的舒適程度。這不過是相對濕度和溫度之間的半數。溫濕指數介於 60 和 70 之間是表示舒適的天氣。

降水的形式

霧不過是躺在地球表面的雲。它最常發生在夜間，沿著海岸或者湖泊的小灣和沿著江河，十分潮濕空氣的冷却作用足使相對濕度接近百分之百。在

冬季或春季，來自海洋的暖濕空氣流經冷陸面，會使空氣冷却達到其露點而使廣大地區覆蓋著一層霧。

霧飄浮過表面溫度在零度或以下的物體，會留下一種冰狀的附著物叫做霧淞。即使在非常低的溫度下，霧質點仍然呈液態，但一經碰到物體即行凍結而構成一層小冰質點的白色附著物。

霜或白霜發生在水汽（露）凝結之情況，是一種羽毛狀的冰晶附著物。被其粘住的物體必須在冰點以下，但是霜也可以發生在低窪地區晴朗的夜晚，其時空氣溫度可能在冰點以上好幾度。

雨是溫帶地方最簡單也最普遍的一種降水形式。毛毛雨一詞是用在緩慢下降非常小的水滴上。

雪量可測量它覆蓋在地上的實際平均深度，也可測量它經收集後熔化在雨量器內的讀數。前者的深度約略是後者的十倍。

雪並不是凍結的雨，而是由水汽直接形成冰晶所構成。因此，在雪的形成過程中——也像霜一樣——沒有中間的液態時期。要形成雪，雲內的溫度必須在冰點以下。下雪時，地球表面的溫度可能在冰點以上；雖然如此，如果它的溫度高出冰點溫度很多的話，雪片會熔化而像雨一樣下降。

霰（或稱爲冰珠）是凍結或部份凍結的雨。它形成於雨點或者部份已熔化的雪片經過一冷空氣層而凍結成堅硬的冰珠。發生霰的期間內，地面層的溫度常在冰點以下。

如果冰點以下的空氣層只伸展到地面以上幾呎高，降水可像雨一樣下降，而在碰上地面物體時立刻凍結。結果包上一層冰殼通常叫做雨淞（也稱爲明冰）；而且，雨淞大時，我們說我們有了一次冰暴。

雹是最特殊的降水形式之一。它是雷雨雲內空氣的上升氣流之結果。上升氣流甚強時，能使凍結的質點上升或者延遲其下墜經過連續的過冷却雲層。這樣可使雲質點的冰和水堆積成層。當上升氣流無法使雹塊保持在高空中時，雹就像冰塊一樣下降到地上。雹的大小範圍，小者如豆，大者如棒球。

以同樣的方法，雪有時可成爲冰珠。這樣降水的形式叫做霰。

能見度

能見度是表示空氣透明的程度。有時候空氣內含有許多質點，它有助於反射光線或者改變其光度，以致於我們無法看清楚非常遠距離的物體。燃燒所生的煙、來自不毛之地的塵土、和來自海洋的鹽粒，都會被風捲起携帶到很遠的地方。空氣中這些質點出現很多時，可能使能見度減少到一哩以內。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.