

氣象常識問答集



交通部中央氣象局編印

中華民國 109 年 3 月

序

隨著國家經濟建設的快速成長及社會發展的多元化，全國各界對氣象資訊的關注日益殷切，而氣象變化又關係到每個人的生活起居，一般民眾對氣象服務的要求也愈來愈高。因此，本局除了繼續加強氣象預報能力的提升，更重要的是，以使用者需求為導向，擴大服務層面，縮小社會大眾對氣象認知上的差距，而能善加應用，充分發揮氣象資訊服務的經濟效益與災防的功能。

為了達成此一目標，本局近年來所採取的具體措施有：(一)廣闢氣象資訊傳遞管道，加強氣象報導—包括設立「氣象諮詢服務專席」、開放「氣象資訊語音傳真回覆系統」、建置「氣象資訊服務網站」、建置「氣象防災資訊服務系統」、透過手機發布災害性天氣及地震「簡訊」、利用「傳真存轉系統」等方式，全天候提供各界最新氣象及地震資訊服務；(二)氣象資訊報導力求平民化、口語化及實用化；(三)加強氣象宣導服務—為增進民眾對氣象、海象、地震、天文等地球科學和天然災害之認知，及熟悉災害前後應採取之防護與應變措施，特成立「為民服務推動小組」，協調及配合各級政府機關、學校和民間團體，積極推動氣象教育及防災宣導工作。

為建立本局與民眾雙向的互動關係，我們更設置「氣象諮詢服務專線(02)2349-1234」，及在「氣象資訊服務網站」上開闢「電子郵件信箱」，並於臺北局本部及臺南臺灣南區氣象中心分別闢建「氣象展示室」，歡迎民眾前來

參觀。或許由於本局業務及作業多具高科技的專業特質，往往使得一般的民眾，很難於短時間真正深入地瞭解，於是對：氣象局如何預報天氣？氣象預報的種類究竟有多少？甚麼是高氣壓？甚麼是低氣壓？甚麼是聖嬰？聖嬰對我們的氣候會有甚麼影響？．．．諸如此類的問題，經常會出現在與本局服務人員的對話中，以及本局網頁的電子郵件信箱或來往的信件。為了解答各界疑惑，本局「為民服務推動小組」特將歷年來答覆民眾的問題，分為「認識氣象」、「氣象觀測」、「天氣預報」、「災變天氣」、「氣象應用」及「全球變遷」6個單元，彙編成「氣象常識問答集」，希望藉此小冊子的發行，增進社會大眾對氣象科學的認識。

最後謹向編撰單位及人員長期以來所投入之心力，致上最深的謝意。

交通部中央氣象局局長



謹誌

中華民國 99 年 8 月

再版序

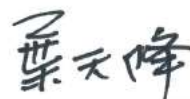
「安居樂業」是人人所嚮往的生活，也是行政院現行施政三大主軸之一，但臺灣常受颱風、豪雨、低溫及乾旱等災害性天氣影響，造成生命財產的損失，也為經濟發展帶來衝擊。近年來更由於氣候變遷，導致全球旱澇頻率加速、程度加劇，極端天氣事件的發生幾已成常態，臺灣亦不例外，因此氣象資訊應用與災害防救成為未來重要的課題。

中央氣象局為我國氣象業務主管機關，先前在辛在勤局長之領導下完成本氣象常識問答集，提供民眾參考，增進社會大眾對氣象科學的認識，並能更有效應用氣象資訊。

本版在先前 6 個單元的架構下，進行資料更新、增加部分圖示說明，調整部分單元之內容，同時依中央氣象局作業的發展與精進，補充紫外線監測、物候觀測、閃電與落雷偵測、新雨量分級、新增天氣預報產品等，並就颱風、乾旱、高溫、應用氣象、全球變遷等課題做更完整的說明。希盼藉由本版的發行，能再增進社會大眾對氣象科學與氣象資訊服務的認識與了解，以強化氣象災防與發揮氣象資訊的效益。

最後謹向編撰單位和參與資料蒐集、整理和撰稿的同仁們表達由衷的謝意。

交通部中央氣象局局長



謹誌

中華民國 107 年 12 月

目 錄

一、 認識氣象	1
1、 何謂氣象？	1
2、 大氣是由哪些成分所組成？	2
3、 「臭氧」對我們有什麼重要性？又是如何被人類破壞的？	4
4、 何謂紫外線指數？紫外線對我們人類有何傷害？	5
5、 大氣層內有哪些常見光象？	6
6、 為何會有閃電及雷聲？	8
7、 地球上的水分是如何循環的？	9
8、 天氣和氣候如何區分？可用哪些要素來描述？	10
9、 「降水」的種類有哪些？	10
10、 雲、霧、霜、露、霾、雪是如何形成的？	11
11、 什麼是「氣團」？有哪些種類？	11
12、 何謂「高氣壓」及「低氣壓」？	12
13、 「鋒面」是什麼？有哪些種類？	14
14、 什麼是「季風」？季風顯著的區域有哪些？	16
15、 海洋會影響氣候嗎？	16
16、 地球上為什麼會發生潮汐現象？	18
17、 臺灣的「季節」應如何區分？	20
18、 何謂氣候變遷？造成氣候變遷的原因有哪些？	21
二、 氣象觀測	23
1、 為何要做氣象觀測？其內容及方法有哪些？	23
2、 人類從事氣象觀測的歷史為何？近代在觀測儀器上有何新的發展？	25
3、 降水量的定義為何？有哪些觀測項目？如何量測？	26
4、 風的定義為何？有哪些觀測項目？各是如何量測的？	28
5、 氣壓的定義為何？在氣象上有何重要性？如何量測？	29
6、 氣溫的定義為何？如何量測？	31
7、 溼度的定義為何？通常有哪些表示方法？如何量測？	32
8、 國際上如何對雲作分類？如何觀測雲？	34
9、 氣象局如何得到高空的氣象資料？其中風向、風速是如何量測的？	35
10、 氣象雷達觀測的基本原理為何？在氣象監測及預報作業上的重	

要性如何？	35
11、 氣象衛星觀測的基本原理為何？在氣象觀測上的重要性如何？	38
12、 在氣象站的觀測坪內的白色小屋有何用途？	40
13、 中央氣象局氣象觀測站的分布情形如何？	41
14、 臺灣地區的氣象觀測站分布有無缺點？應用觀測資料時應注意哪些事項？	43
15、 選擇氣象觀測站所需之條件為何？	43
16、 世界各國在氣象觀測實務上有哪些共同的做法？	43
17、 在沒有觀測儀器的情況下，如何估計風向及風速？	44
18、 氣象觀測所得資料，如何向國際傳遞與交換？	46
19、 天氣現象如何分類？天氣現象的觀測重點與其他觀測項目有何不同？	46
20、 除了一般的氣象要素外，中央氣象局對大氣還做哪些觀測？	46
21、 臺灣的氣象觀測是如何開始的？	47
22、 物候觀測與氣象觀測有何關係？	48
23、 中央氣象局閃電與落雷偵測系統的基本原理為何？如何應用於氣象預報作業？	48
三、 天氣預報	51
1、 我們為什麼要預報天氣？中央氣象局的天氣預報產品有哪些？	51
2、 中央氣象局如何預報天氣？	53
3、 什麼是天氣圖？有哪幾種？如何分析？有何功用？	54
4、 何謂降雨機率預報？降雨機率是如何做出來的？如何應用機率預報？	55
5、 天氣預報準確率為何不能達到百分之百？	55
6、 何謂短期天氣預報與長期天氣預報？	56
7、 地面高氣壓中心一定是好天氣嗎？地面低氣壓中心一定是壞天氣嗎？	57
8、 同樣是高氣壓，為何太平洋高壓造成晴朗炎熱的天氣，而大陸高壓則帶來寒冷的天氣？	59
9、 何謂鋒面？鋒面過境臺灣時，一定會下雨嗎？	59
10、 各地的高、低氣溫是如何預報？	60
11、 冬天晴朗夜晚之溫度為什麼比有雲時還低？沙漠地區晚上為什麼特別冷？	60
12、 大氣的溫度為什麼隨高度之增加反而遞減？	61

13、	都市的氣溫為何比郊區高？	61
14、	臺灣在什麼天氣型態之下較容易下雨？	62
15、	什麼是西北雨？有哪些特點？什麼是太陽雨？	63
16、	為什麼夏天時臺灣西半部地區容易有午後雷陣雨發生？又在西部山區較平地更易發生？	63
17、	臺灣常見的霧有那幾種？如何生成？發生在何季節？	64
18、	海面上的風力及風浪是如何預報？	64
19、	為什麼臺灣夏天盛行西南氣流，冬天盛行東北季風？	65
20、	氣象雷達和氣象衛星對天氣預報有何貢獻？	65
21、	何謂聖嬰現象？對全球及臺灣天氣(氣候)有何影響？	66
22、	中央氣象局為何需要發布長期天氣預報？氣象局如何製作長期天氣預報？	68
23、	中央氣象局如何將氣象資訊傳達給使用者？	69
四、	災害性天氣	71
1、	什麼是災害性天氣？臺灣有哪些災害性天氣？	71
2、	什麼是颱風？對臺灣有什麼影響？	72
3、	中央氣象局在什麼情況下會發布颱風警報？民眾如何應用警報資料？	72
4、	大雨、豪雨特報的雨量分級為何？	73
5、	什麼是梅雨？臺灣之梅雨是如何形成？	74
6、	梅雨對臺灣有哪些益處及危害？	75
7、	何謂雷暴？如何發生？如何防範雷擊？大雷雨發生前或發生時，為何在地面會出現強陣風？「大雷雨即時訊息」發布管道？	76
8、	什麼是龍捲風？有哪些特點？	78
9、	什麼是寒流？寒流如何形成？	78
10、	寒流對臺灣會造成哪些危害？農漁業應如何採取防範措施？	79
11、	什麼是乾旱？臺灣的乾旱是如何形成？	82
12、	乾旱對臺灣會造成哪些危害？	83
13、	什麼是落山風？落山風是如何形成的？	84
14、	什麼是焚風？焚風是如何形成？	85
15、	中央氣象局在何種情況下會發布「高溫資訊」？應如何防範？	86
16、	臺灣在何種情況下會發生強風？應如何防範？	87
17、	中央氣象局在何種情況下會發布颱風強風告警訊息？應如何防範？	87

18、 什麼是瘋狗浪？何種情況下最容易發生？	88
五、 氣象應用	91
1、 臺灣的氣候條件對乳牛產奶量有影響嗎？為什麼臺灣夏天的鮮奶價格比冬天貴？	91
2、 降雨量多寡會影響農作物的生產量嗎？	91
3、 農業生產為什麼會有豐收年與歉收年？	92
4、 日照的長短在農業上之應用有哪些？	93
5、 栽培嫁接梨應考慮哪些氣候條件？	94
6、 風力發電機的運轉是否會受颱風襲臺影響？	95
7、 太陽能板架設方位與臺灣地理環境的關係？	96
8、 氣象資訊可以應用在哪些方面？	97
六、 全球變遷	99
1、 何謂全球變遷？	99
2、 目前宇宙的平均溫度是幾度？	99
3、 地球的大氣層可以提高地球的表面溫度嗎？	99
4、 何謂大氣的溫室效應？	100
5、 大氣中會造成溫室效應的氣體包括哪些？	100
6、 近年來大氣中溫室氣體的濃度變化情形如何？	101
7、 近年來全球平均氣溫變化情形如何？	101
8、 全球暖化會對環境造成什麼影響？	102
9、 懸浮微粒及雲層在大氣輻射中扮演什麼角色？	103
10、 近年來全球氣候有異常現象嗎？	104
11、 臺灣百年來氣候的變化如何？	105
12、 大氣臭氧層目前狀況如何？	105
13、 中央氣象局臭氧及紫外線之觀測情形如何？	106
14、 何謂酸雨？	107
15、 中央氣象局雨水酸鹼度值量測情形如何？	108

一、認識氣象

1、何謂氣象？

所謂「氣象」指的是覆蓋在地球表面上薄薄的一層大氣中的各種物理現象。我們稱地球的大氣層為薄薄的一層，是因為大氣層的厚度約只有 80~90 公里，相對於地球半徑(約 6,370 公里)確實很薄。此外，大部分的天氣現象是發生在距地表十幾公里以內的大氣層中。由於太陽的直射和斜射，地球在赤道與南北兩極有受熱不均的現象，因而空氣與洋流，便扮演著熱量輸送的角色。空氣藉著垂直(上升/下沉)與水平(南北)運動來達成熱量輸送的目的；水氣與水滴在運動過程中，往往有蒸發(吸熱)與凝結(散熱)乃至昇華(散熱)的現象，這些現象會加強南北之間熱量的混合。空氣的水平或垂直運動，除了受加熱不均的影響之外，也會受到地球轉動、地形抬升等作用的影響，這些影響使空氣的運動有旋轉、加速、減速等現象。氣象學家為了方便區別各種現象的特性，會在天氣圖上分析出高氣壓、低氣壓、鋒面等各種不同的天氣系統。水氣在這些天氣系統中會有蒸發、凝結、昇華的過程，因而有雲、霧、雨、雪等；空氣的混合過程中也會出現溫度、氣壓、風向及風速的變化。這些伴隨的現象就是我們所稱的天氣現象，如晴、雨、冷、熱等天氣。天氣現象與我們日常生活息息相關，而「氣象」則泛指在大氣層中發生的各種大氣現象。

2、大氣是由哪些成分所組成？

大氣的成分因高度之不同而有很大的差別，大約可以中氣層頂(80~90 公里)為分界線。在 80~90 公里以下的大氣，組成之各種氣體大致相似，約有 78%的氮和 21%的氧，以及少許的氬，這 3 種氣體所占之成分極少變動，所以被稱為固定氣體；此外，還含有少量的水氣、二氧化碳、臭氧等變動氣體，以及一些更稀少的氣體，各成分所占容積之百分比，詳見表 1-1。

在大氣層內的各種變動氣體中，最重要也最具影響力的是水氣、二氧化碳及臭氧。水氣在大氣層內隨高度的增加而逐漸減少，主要集中在對流層內，變化之程度為各種氣體中最大者。水又有三態變化，當水由液態或固態變為氣態時，水分子從周圍空氣中吸取熱量；如再由氣態轉變成液態或固態時，相等的熱量會釋放給周圍的空氣。因此，從某地區的蒸發所取得的熱，可以移到它處由凝結而又釋放出來，對大氣中之劇烈天氣現象，如雷雨、氣旋、颱風等之發展，具有非常重要的作用。除此之外，水氣又有攔截與吸收地表長波輻射的功用，如果空氣中沒有水氣，那麼每天都可以是晴空萬里，沒有雨雪的侵襲，但太陽輻射到達地面後轉化為長波輻射而逸出大氣層，地面之溫度必將大為降低，人類將生活在較寒冷的天氣中。

二氧化碳與水氣相似，也能夠充分吸收來自地面之長波輻射，其含量如發生變動，可影響近地面的氣溫變化。估計二氧化碳的變動範圍約在萬分之一到十萬分之一，除

了因海洋的吸收與釋放及植物的光合作用等自然原因外，也受到人為活動的影響，導致二氧化碳含量的增加。從工業革命之後，大氣中二氧化碳的平均含量已由 290 ppm（百萬分率）增加到 391 ppm¹，在工業化的都市區域尤其顯著，其氣溫已有明顯增暖現象，其主要原因非常可能是二氧化碳含量增多。科學家曾估算過，如果二氧化碳含量達到 600 ppm 時，大氣層的平均氣溫將增高約 1.5°C，而百萬年前的冰河時期的平均氣溫只不過下降 2°C 而已，由此可見其嚴重性。

臭氧在大氣層中所占比例甚少，還不到 $0.7 \times 10^{-4}\%$ ，並且主要集中在平流層，約占總量的 97%。臭氧含量會隨季節而改變，而分布也不平均，在赤道上空最稀少，愈近兩極愈多。臭氧最主要的功用是能夠吸收來自太陽輻射的紫外線，使得這種有害人體、易引起皮膚癌的輻射線很少到達地面。所以如果高空沒有臭氧層，地球上的生物就無法生存。

大氣中除了水氣、二氧化碳、臭氧這 3 種可變量之氣體外，還有一些數量極少的氣體，以及懸浮在空中的固體微粒，包括塵埃、煤煙、鹽粒等，詳見表 1-1。這些固體微粒由於含量太少，對天氣變化幾乎沒有影響，但若大量增加亦可能造成嚴重後果。眾所周知，如果要下雨，必須先要有雲，而雲是由一群飄浮在空中的小水滴和冰晶所構

¹二氧化碳觀測資料來源為聯合國 IPCC 2013 年 AR5 報告，美國夏威夷冒納羅亞觀測站（Mauna Loa Observatory）更於 2017 年首次紀錄到二氧化碳濃度超過 410ppm（實際觀測數值為 410.28ppm）。

成，當相對溼度趨近於 100%時，空氣因飽和而凝結出水滴，如果空中懸浮有吸溼性強的固體微粒時，那麼即使相對溼度只有 50~60%仍有發生凝結現象的可能，這種微粒我們稱為「凝結核(condensation nucleus)」。人工增雨的原理，就是於適當的天氣條件配合下，在空中雲裡或地面透由增加凝結核的方式，使對流雲形成和發展以增加降雨量。

表 1-1 下層大氣之組成成分

固 定 氣 體		變 動 氣 體	
成 分 名 稱	占 容 積 之 %	成 分 名 稱	占 容 積 之 %
氮(N ₂)	78.08	水氣(H ₂ O)	<4
氧(O ₂)	20.94	臭氧(O ₃)	<0.7 x 10 ⁻⁴
氬(Ar)	0.93	二氧化硫(SO ₂)	<1 x 10 ⁻⁴
二氧化碳(CO ₂)	0.03	二氧化氮(NO ₂)	<0.02 x 10 ⁻⁴
氖(Ne)	18.1 x 10 ⁻⁴	阿摩尼亞(NH ₃)	微量
氪(Kr)	1.1 x 10 ⁻⁴	一氧化碳(CO)	<0.2 x 10 ⁻⁴
氙(Xe)	0.08 x 10 ⁻⁴	微塵(煤煙、土壤、鹽類)	<10 ⁻⁵
氫(H ₂)	0.5 x 10 ⁻⁴		
沼氣(CH ₄)	2.0 x 10 ⁻⁴	水(固態及液態)	<1
氧化亞氮(N ₂ O)	0.5 x 10 ⁻⁴		

3、「臭氧」對我們有什麼重要性？又是如何被人類破壞的？

大氣中臭氧的含量極少，而且變化很大。它的主要成因是氧分子在太陽紫外線和閃電作用下，部分分解的氧原子(O₂→O+O)與氧分子結合而產生的(O+O₂→O₃)。臭氧

層被破壞的主因是人為因素，包括噴射機排放的氮氧化物及 1930 年代起廣泛使用的氟氯碳化合物(CFCs) 所造成。這一類碳水合物進入高層大氣能吸收紫外線分解出氯原子，氯氣原子再與臭氧反應，導致高層臭氧不斷減少。因此，1987 年 9 月世界各國於加拿大蒙特婁簽署「蒙特婁議定書」，開始有計畫地禁止使用氟氯碳化合物等臭氧層破壞物質，並於 1996 年 1 月 1 日起禁止生產氟氯碳化合物。

4、何謂紫外線指數？紫外線對我們人類有何傷害？

所謂紫外線指數是指陽光中使皮膚致紅的紫外線在單位面積中所累積輻射量的數值(其單位為百萬焦耳/平方公尺)。為了讓一般大眾能方便使用這個數值，依世界衛生組織之分級方式，0 至 2 為低量級(Low)，3 至 5 為中量級(Moderate)，6 至 7 為高量級(High)、8 至 10 為過量級(Very High)，11 以上為危險級(Extreme)。太陽紫外線輻射越強，紫外線指數的數值也越大。

紫外線指數	0~2	3~5	6~7	8~10	11~
指數分級	低量級	中量級	高量級	過量級	危險級
圖示					

圖 1-1 紫外線指數分級說明圖。

(圖示為中央氣象局紫外線指數觀測資料使用圖示)

紫外線是指太陽能量中，波長小於紫色光的部分。一般而言，紫外線可分為紫外線 A(波長 315 至 400nm)、紫外線 B(波長 280 至 315nm)、紫外線 C(波長 280nm 以下)

三類($\text{nm}=10^{-9}\text{m}$)。其中紫外線 C 波長最短，在到達地面之前已全部被大氣層所吸收；紫外線 A 的波長相對最長，較不受大氣層所吸收，於是到達地面的輻射量之變動亦不大；而紫外線 B 在穿過大氣層時，部分會被大氣層中的臭氧所吸收，於是到達地面之輻射強度將隨著天空狀況而出現較顯著的變化，由於紫外線 B 對人類及環境造成的傷害較大，所以紫外線指數的計算主要是以紫外線 B 的輻射量為主。

紫外線指數的大小與太陽角度、或臭氧總量、雲層、懸浮微粒、地表反照率及高度等因素有密切關係。一般而言，當太陽愈接近日正當中，或臭氧總量愈少，則紫外線指數愈大；而雲層愈少、空氣懸浮微粒愈少、地表反照率愈大、高度愈高時，則紫外線指數愈大；反之，則紫外線指數愈小。所以夏天中午紫外線指數最大，以臺灣而言，紫外線指數較高的地區，常會出現在高山或南部地區。

大氣中之臭氧層若變薄，會使得接近地面的紫外線強度增加，因此人類罹患皮膚癌、白內障及免疫系統疾病的機率將會增加。臺灣由於緯度低且臭氧層較中緯度地區稀薄，在夏天中午，若雲量少且太陽直射的時候，紫外線強度極強，應避免在陽光下曝曬過久，並應做好防曬措施，以免造成身體的傷害。

5、大氣層內有哪些常見光象？

大氣層中若含水滴、冰晶、氣膠等粒子，當陽光穿透大氣層時，這些粒子會造成光線產生折射、反射、散射或

繞射等作用，而產生豐富的光學現象，稱之為「光象」。常見的光象有虹、霓、暈、華或彩雲等；峨嵋寶光（Brocken phenomenon 布羅肯現象）、綠閃光、鑽石塵等，也都屬於光象的一種。

「虹」與「霓」主要是因為陽光以不同角度照射大氣中的小水滴時，在水滴內產生折射與反射等所造成的光象。「虹」是光線在水滴內經過 1 次反射及 2 次折射後，形成色彩呈內紫外紅排列的現象，由於入射陽光與出射光線夾角在 $40^{\circ}\sim 42^{\circ}$ 時的反射強度最大，因此「虹」會出現在觀察者視線與地平面呈仰角 42° 左右處。「霓」則是陽光在水滴內是經過 2 次反射及 2 次折射後所形成，由於多一次反射作用，所以光強度（色彩明顯度）只有虹的 1/10，且色彩排列與「虹」相反，為內紅外紫；「霓」出現的角度則比虹稍高，約在仰角 50° 左右處。

「暈」是陽光或月光經過大氣層中的冰晶，因折射或反射作用於月亮或太陽周圍形成白色或彩色的光環或光弧（有時為光斑狀）的光學現象。形成暈的冰晶，一般存在於高空的卷層雲中，這些冰晶的形狀、排列方向、移動與太陽仰角等眾多因素，決定暈的型態。常見的暈有 22° 暈（circular halo）、光柱（light pillar）或幻日（sun dog）。如果是彩色的光環，色彩呈內紅外紫的排列。

「華」是陽光或月光穿過帶有細小水滴或是微粒冰晶的薄雲層時產生繞射現象所形成的光象。由於繞射作用產生的光彼此之間的相互干擾，因此在光體周圍形成內紫外紅的色彩排列。完整的「華」應該是數個圍繞在光體四周

的彩色同心光環，中心明亮的區域稱為光輪（aureole），通常是「華」最清晰可見的部分。

「布羅肯現象」（Brocken phenomenon）是陽光因繞射作用在物體陰影的周圍產生的光環，此種現象可以出現在任何一處輕霧瀰漫的山腰或雲層之上，但觀察者必須要遠高於物影(如在飛機或高山上)才能觀察得到，因這種現象常出現於德國哈爾茨山脈(Harz)的布羅肯峰（Brocken），所以命名為「布羅肯現象」。此種光象在中國大陸峨嵋山上最常見，當地人士稱之為峨嵋寶光。

「綠閃光」是在日沒後或日出前因光線折射出現短暫綠光的光象，這光象亦會發生在月亮或其他行星從地平面向下沒入或向上出現時。閃光會呈綠色，是因為光折射作用時，綠光的路徑比紅光更為彎曲，所以在日沒或日出之時，陽光中的紅光受阻於地球表面時，綠光則依然能在太陽的上緣被看見。

6、為何會有閃電及雷聲？

「閃電」是大氣中的一種放電現象，在雷雨發展的過程中，溫暖潮溼的空氣隨著雲內的氣流上升，其中水氣遇冷凝結或昇華而形成雲滴、雨滴、冰晶甚至冰雹。氣流繼續上升，雲中的雨滴及冰雹會變得更大更重，最後就會落下。快速上衝的小水滴或冰晶及下墜的大雨滴或冰雹之間碰撞摩擦，會變成帶正電或帶負電的粒子，其中較輕且上升的冰晶帶「正電荷」，較重且下墜的大雨滴或冰雹帶「負電荷」。整個雷雨系統就像一座巨大的靜電發電機，在雷

雨雲的上端主要帶正電荷，而雷雨雲的底端帶負電荷，在雲下方的地表受雲底負電荷的感應而帶正電荷，因此在雲內及雲與地之間均存在極大的電壓，此靜電電壓可高達幾百萬伏特，當電壓大到可衝破絕緣的空氣時，便形成閃電通道，於是閃電就發生了。

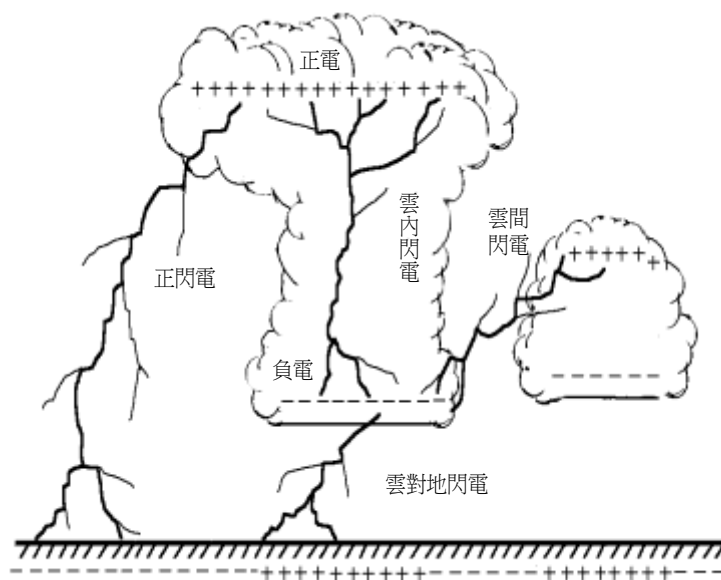


圖 1-2 閃電示意圖

了。如圖 1-2 所示，閃電會發生在雲內及在兩雲之間，而發生在雲與地之間的閃電亦稱「落雷」，只有落雷會對地面上的人事物造成傷害。「雷聲」則是由於沿閃電通道的氣體，在快速加熱後急速膨脹所發出的「爆裂」聲。

7、地球上的水分是如何循環的？

在太陽能量的直接或間接作用下，水從海洋或陸地上蒸發到大氣中，再以凝結成液態或固態(如液態水、雲、冰)或以氣態(水氣)的形式在大氣中輸送，部分會以雨、雪、霧、冰雹或其他降水形式降到陸地或海洋上，有些滲透到地下，或在地面和地下以逕流形式進入河流和小溪中，再回歸大海；有些則再以蒸發和蒸散的方式返回大氣之中。

8、天氣和氣候如何區分？可用哪些要素來描述？

「天氣」係指在一定空間和時間範圍內的大氣狀態及其變化，所指之時間範圍以時或日為量級，常用來描述天氣現象者，為某一瞬間或某一時段內氣壓、氣溫、溼度和風、雲、晴、雨、雷、電、霧及霜等的空間分布。

「氣候」狹義上來說，係指含溫度、降水、高空與地表面所有大氣特性的長期統計特徵，廣義上則包括由大氣圈、水圈、冰雪圈、岩石圈及生物圈等組成的系統，其時間尺度之數量級為月、季、年或 10 年以上之平均狀態。

氣象上用來描述氣候的要素，在陸地上有氣壓、溫度、溼度、風向、風速、雲量和降水量，在海洋上則另外增加海面溫度及鹽度等。

9、「降水」的種類有哪些？

當空氣中的水氣超過大氣所能容許的含量(即「過飽和」時)，過量的水氣凝結成液態的水滴，或是凝華成固態的冰晶，水滴或冰晶下降即形成「降水」(precipitation)。根據當時環境大氣的溫度，降水現象可包括雨(rain)、雪花(snow flake)、冰晶(ice crystal)、冰雹(hail)及凍雨(frozen rain)。

10、雲、霧、霜、露、霾、雪是如何形成的？

大氣中的水氣遇冷凝結成細微的水滴或冰晶，受空氣浮力或上升氣流飄浮於空中，即形成「雲」。

近地面的水氣，若遇冷凝結成細微密集的小水滴，即形成「霧」；若因夜間輻射冷卻，直接凝華成細微固態白色的結晶，附著於地面或物體上，即形成為「霜」；但若凝結成液態的小水滴，附著於物體上，即形成為「露」。

懸浮於大氣中的塵埃與鹽類質點，若影響到能見度，即形成為「霾」。

大氣中水氣遇冷凝華成固態的冰晶(多呈六角形)，冰晶之間會持續吸附水氣或相互結合、碰撞，使冰晶成長變化，當冰晶變大至一定程度時，空氣浮力或上升氣流無法負擔其重量，此使冰晶降落於地表，即形成為「雪」。

11、什麼是「氣團」？有哪些種類？

氣團是水平方向伸展範圍達 1,500 公里以上的一大塊秉性類似的空氣。這裏所謂的「秉性」，指的是溫度與溼度隨高度的變化情形。

我們之所以把大氣按氣團來區分，主要是因為與大氣直接相連的地表，基本上是由陸地與海洋這 2 種廣大而物理性質迥異的物質所構成。另外，因為一年當中受到太陽直射時間多寡的差別，在緯度較低的熱帶地區的大氣和緯度較高的極地地區的大氣，性質上便有明顯的不同。大氣的溫度與溼度在水平和垂直方向上的分布特性，基本上是由它所在位置的地表特徵與緯度所決定的，因此空氣在地

表性質類似的地方停留一段時間之後，性質就會變得類似，這一大塊性質類似的空氣塊就稱為「氣團」，而蘊育出氣團特性的地區，則稱為「氣團源地」。氣團源地基本上可分為北(南)極(極冷)、極地(寒冷)、熱帶(溫暖)、赤道(極熱)四種。加上乾溼程度因海陸而不同，可再細分成大陸性(乾燥)與海洋性(潮溼)兩種。因此，氣團一般分成 6 類：北(南)極氣團、極地大陸氣團、極地海洋氣團、熱帶大陸氣團、熱帶海洋氣團及赤道氣團。

12、何謂「高氣壓」及「低氣壓」？

在氣象報告中，經常可以聽到低氣壓及高氣壓這兩名詞。所謂「低氣壓」是指一地之氣壓低於其四周者，反之則稱為「高氣壓」。換言之，氣壓之高低是相對的，猶如群山間之山峰與山谷。

將每日來自世界各地氣象站於同一時間所觀測得到的氣壓值，填在標有測站位置的地圖上，然後把氣壓數值相同之測站以線連接起來即成等壓線，由等壓線所構成的圖稱為天氣圖。從天氣圖上之等壓線配置形勢，即可對地球表面上高、低氣壓的位置及分布情形一目瞭然。

一般所指之溫帶氣旋均發生在中緯度溫帶地區，它是因兩種性質不同之冷、暖氣團相會後，在氣團之交界面(即鋒面)上產生波動而形成。溫帶氣旋之發展過程，可分為初生期、成熟期、衰老期及消滅期等四個階段(圖 1-3)，其平均生命史約為 1 星期左右。

在北半球因地球自轉及地表摩擦力關係，環繞低氣壓之氣流呈反時針方向，偏向低壓中心流動(圖 1-3)，因為氣

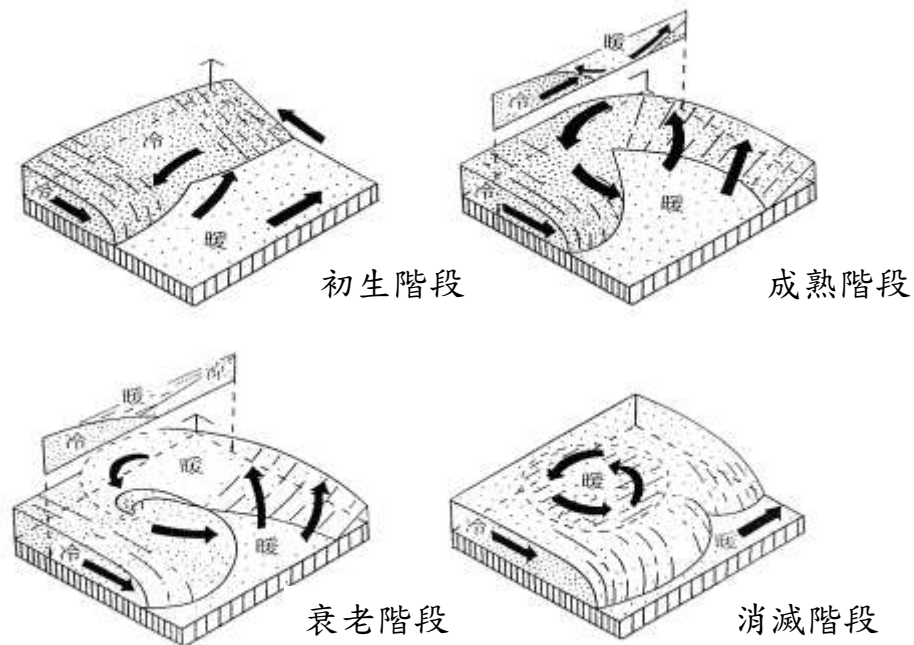


圖 1-3 溫帶氣旋發展之過程

流不斷地從低壓區周圍向中心區集中，致使低氣壓中心附近的空氣被迫上升，此時其所含的水氣會遇冷凝結而成雲致雨，所以在低氣壓中心，通常都是以陰雨天氣為主。反之，高氣壓之環流則呈順時針方向，空氣由中心向外流(圖 1-4)，造成中心區附近上空之空氣下沉而增溫，使空氣之相對溼度減小，所以高氣壓中心的天氣多半是晴朗的。

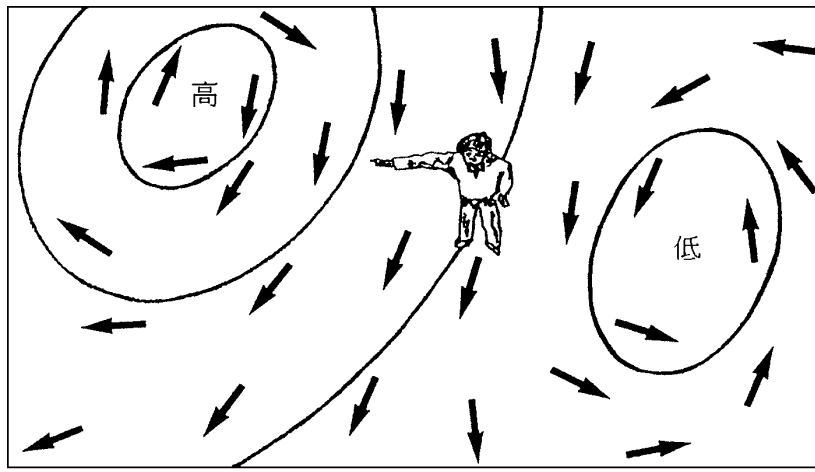
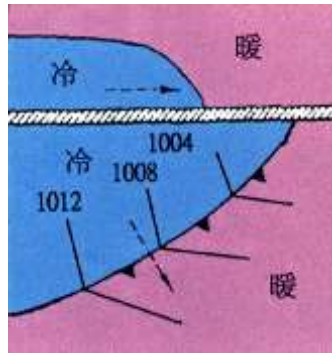


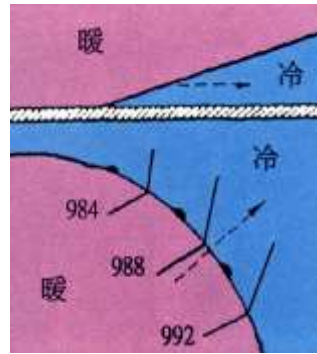
圖 1-4 就北半球來說，在高氣壓範圍內的風是順時針方向，由中心向外吹出；在低氣壓範圍內的風是反時針方向，由外向中心吹入。因此，背風而立，高氣壓在右邊，低氣壓在左邊。

13、「鋒面」是什麼？有哪些種類？

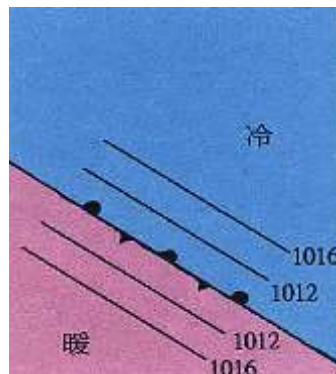
當兩種不同性質的氣團相遇，由於彼此的氣溫、溼度等完全不同，於是在兩氣團間將出現不連續面，稱為鋒面。鋒面與地面相交的線，稱為鋒。氣團移動時，鋒面亦跟著移動，如冷氣團前進時，暖氣團阻擋不住，在某個地方出現冷空氣置換暖空氣的現象，這時的鋒稱為冷鋒(cold front)；相反的情形則稱為暖鋒(warm front)；如果冷、暖氣團勢均力敵，相持不下時，此時的鋒稱為滯留鋒(stationary front)；若冷鋒移動快速，趕上前面的暖鋒時，會將暖空氣完全抬離地面，稱為囚錮鋒(occluded front)。這幾種鋒面在地面天氣圖上的形式及其垂直結構，如圖 1-5 所示。圖內(a)、(b)、(d)之上部即為鋒面之垂直結構，箭頭表示空氣運動方向。



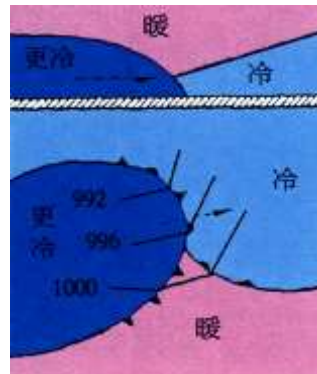
(a)冷鋒



(b)暖鋒



(c)滯留鋒



(d)囚錮鋒

圖 1-5 四種不同的地面鋒

囚錮鋒又分二種，如果冷鋒後面的空氣比趕上的暖鋒下方之冷空氣更冷時，稱為冷式囚錮鋒(cold front type occlusion)；如趕上時之空氣較暖鋒下的空氣為暖時，稱為暖式囚錮鋒(warm front type occlusion)。其垂直結構，如圖 1-6A 與圖 1-6B。

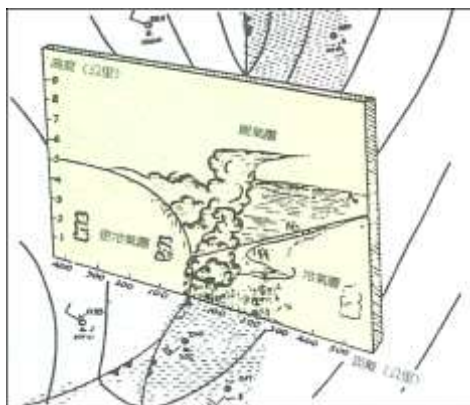


圖 1-6A 冷式囚錮鋒

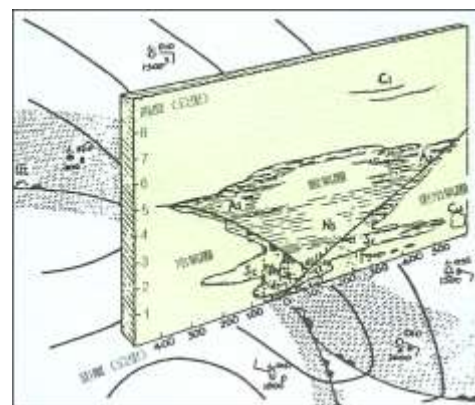


圖 1-6B 暖式囚錮鋒

14、什麼是「季風」？季風顯著的區域有哪些？

「季風」的英文名稱 monsoon，是根據阿拉伯文 mansim 轉變而來的，阿拉伯文的原意即為季節，而所指的主要現象是阿拉伯海上之盛行風向在 1 年當中的明顯轉變。阿拉伯海上的盛行風在 1 年當中有 6 個月是東北風，而 6 個月是西南風，東亞地區也有這種類似的現象。因此，「季風」這名詞現已被廣泛用在通指「盛行風隨著季節而大規模轉變方向的現象」。

季風現象最顯著的地區是亞洲大陸的南側與東側沿海部分，包含臺灣。另外，在非洲、中南美洲、墨西哥灣周圍均有明顯的季風。而範圍較小卻仍明顯的季風區還有地中海周圍、美國西岸以及智利等地。臺灣在冬季盛行東北季風，夏季盛行西南季風。

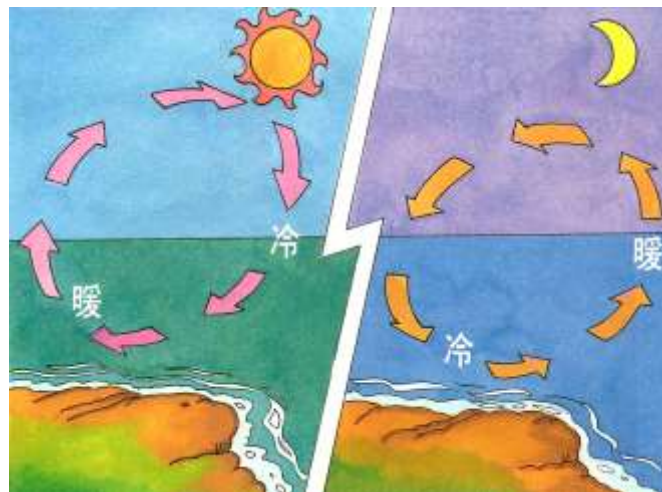
15、海洋會影響氣候嗎？

大氣中千變萬化現象的主要能量係來自大氣中水氣凝結成水，或昇華成固態冰時所釋放出的熱量(我們稱之為「潛熱」)。而海洋正是大氣中水氣的最大提供者，所以海洋存在與否，對氣象有極大之影響！尤其，在近赤道區，高海溫之廣大洋面上，由於有充沛的水氣供應，往往伴隨著大範圍並且有組織的深對流系統，驅使著整個大氣的運動。譬如，大家所熟知的「颱風」，即是高溫洋面上所孕育出來的產物。

再者，由於海洋的熱容量與陸地截然不同，於是導致此 2 界面上大氣的不對稱加熱，因而引發局部地區晝夜明

顯變化的「海、陸風」環流，白天陸地受熱快，空氣易上升，形成所謂海風；而晚間則因海洋熱容量較大，不易降溫，形成陸風，詳見圖 1-7。大範圍隨季節交替而轉換的「季風」環流系統(詳見圖 1-8)，其原理亦相似。

此外，因海洋的熱容量遠大於陸地，於是當海水溫度有著異常變化時，往往可持續甚久，因而可造成持久性之氣候異常現象。這種海洋與大氣間的交互作用，最顯著的例子，即「聖嬰暨南方振盪」現象，一種發生在北半球冬季，在近赤道的中、東太平洋區之海溫異常升高現象，並伴隨全球尺度之異常環流與氣候！(關於聖嬰現象的說明可參見「三、天氣預報」「21、何謂聖嬰現象？對全球及臺灣天氣(氣候)有何影響？」)



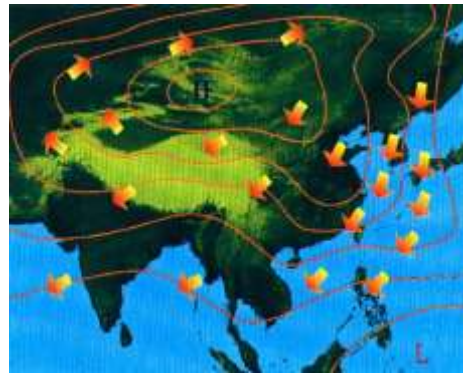
(A)海風

(B)陸風

圖 1-7 海、陸風環流



(A)夏季風



(B)冬季風

圖 1-8 季風環流系統(箭頭方向為風的方向)

16、地球上為什麼會發生潮汐現象？

海洋表面每天 1 次或 2 次週期性升降，稱為潮汐(tide)。潮汐是由於日、月等天體對地球各處萬有引力不同造成，靠近天體的海水所受萬有引力最大，背對天體的海水所受引力最小，引力差現象是造成地球兩邊海水隆起的原因(圖 1-9)。

海面上升達最高時，稱為滿潮(high water)；海面下降達最低時，稱為乾潮(low water)。自第 1 次滿潮到第 2 次滿潮，或自第 1 次乾潮到第 2 次乾潮，稱為潮汐週期(period of tide)。週期長短各地不同，因為月球公轉會造成滿潮或乾潮每天約延遲 50 分鐘。海面自乾潮逐漸上升到滿潮，稱為漲潮；海面自滿潮逐漸下降到乾潮，稱為退潮。潮流速度最大時，每小時可達 5 哩(即約每秒 2.5 公尺)。

滿潮與乾潮海面高低的差，稱為潮差。潮差大小每天不同，每月最大潮差日期稱為大潮，反之為小潮。日、月、地或日、地、月 3 個天體的位置，成一直線時(朔或望)(圖 1-10)，因引力相加所以最大，但因潮波傳遞延遲原因，在

朔望後 1 至 3 天為大潮期間。日、地、月三個天體的位置，成直角時(上弦或下弦)(圖 1-11)，因引力相消所以最小，為小潮期間。由於引力差對海水影響會因海陸分布、海底地形、海水深度及海岸型態，各地有所不同，潮差現象各地也有差異。

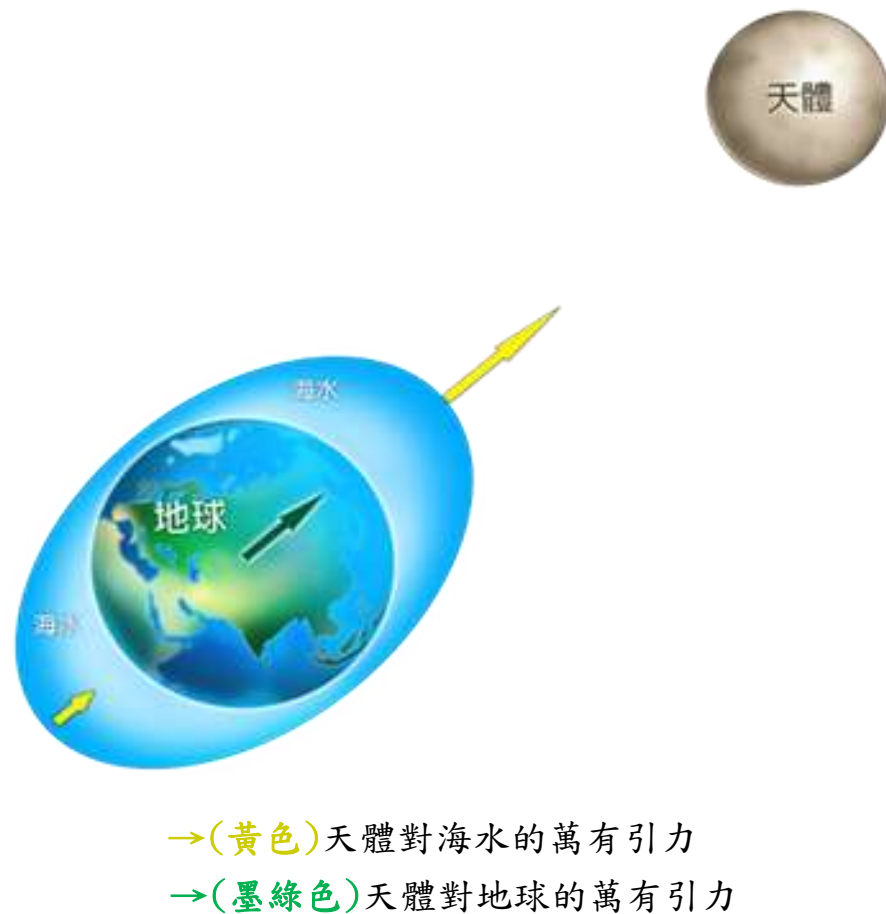


圖 1-9 潮汐成因

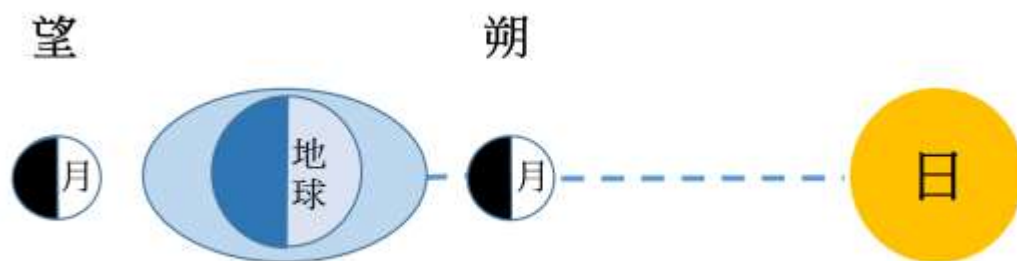


圖 1-10 大潮期間，日、月、地三個天體相對位置成一直線。

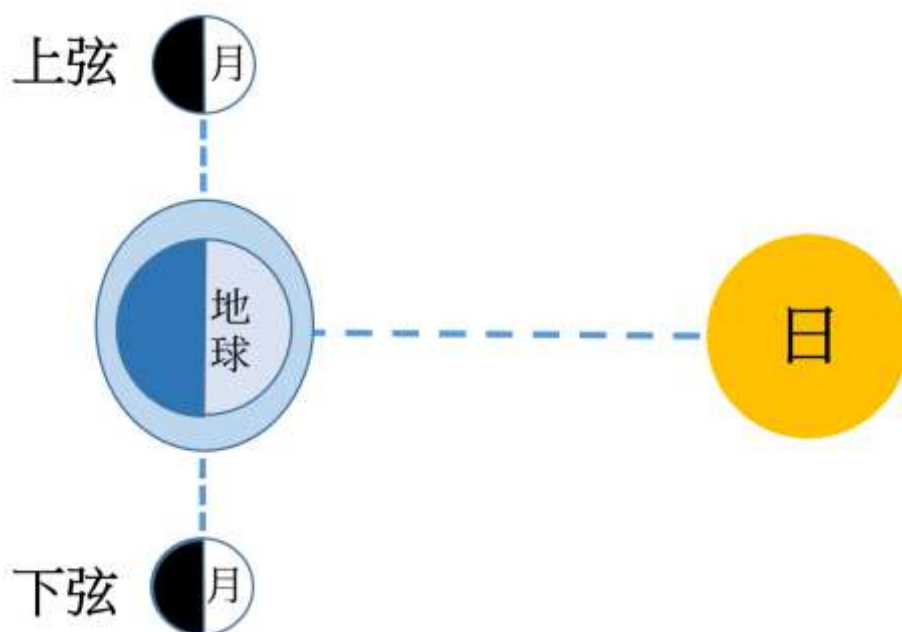


圖 1-11 小潮期間，日、月、地三個天體的相對位置成直角。

17、臺灣的「季節」應如何區分？

「季節」的定義是把 1 年，按照每年會重複出現的規律現象區分成若干時段，這種現象可以是天文上的現象，也可以是氣候上的現象。一般所通用的春、夏、秋、冬 4 季即是按天文現象(太陽與地球的相對位置)來區分的。嚴格地說，「春季」始於「春分」(3 月 21 日)終於「夏至」(6 月 21 日)；「夏季」始於「夏至」(6 月 21 日)終於「秋分」(9 月 22 日)；「秋季」始於「秋分」(9 月 22 日)終於「冬至」(12 月 22 日)。上述節氣日期每年可能有 1~2 天的差異。但為了方便起見，一般慣用是以 3 月 1 日至 5 月 31 日代表「春季」，6 月 1 日至 8 月 31 日代表「夏季」，9 月 1 日至 11 月 30 日代表「秋季」，而 12 月 1 日至次年 2 月 28 日(或 29 日)代表「冬季」。

臺灣地區並非四季分明，也就是說，在臺灣我們並不能明顯地感覺到根據天文現象所劃分的四季。因此，按氣候上的現象來區分臺灣的季節也非常重要，這種季節我們稱為「自然季節」。臺灣的「自然季節」，若按雨量特徵則可細分為 5 季，即：春季、梅雨季、夏季、秋季、冬季。但是，如何清楚地定義出季節的開始與結束，以及在臺灣的不同區域是否應有其獨特的「自然季節」判定標準，仍是一個有待研究的科學問題。

18、何謂氣候變遷？造成氣候變遷的原因有哪些？

氣候變遷係指氣候(含溫度、雨量、溼度等因素)在某段時間的平均狀態發生變異，它不是永遠不變的，而是隨著控制它的因素而改變，基本上是要看主環流帶的性質而定。假設能保持過去一百萬年的溫度紀錄，我們就可以知道，在這一段時期內，有各種時間幅度的較暖期和較冷期相互交替。地球的氣候是從較冷的大冰期(ice age)和較暖的暖期來回擺動，自此逐漸縮小時間幅度，一直到逐年的變動。這些變化的大部分證據，得自性質不同的沉積物以及沉積物內所含的動植物遺體。地球有了人類之後，才有關於氣候的符號文字紀錄，近代則靠著氣象觀測儀器而有了精確的氣候紀錄。

在距今 8 億年內有 2 次明顯的大冰期，分別發生在約 6 億年前和 2 億幾千萬到 3 億年前。到了兩百六十萬年前，又有新生代第 4 紀更新世的大冰期，直到現在，我們還在這一個大冰期內。

大冰期內，溫度也有波動，在更新世歷時兩、三百萬年內，總共出現了 4 次重要的冰河推進。最近 1 次的冰河撤退，大約在 1 萬到 1 萬 1 千年前，此後溫度回升。過去 5 千年內，中國大陸也可以找到 4 個溫暖期和 4 個寒冷期。以朝代來說，從三國到南北朝的溫度較低，隋唐到五代時溫度顯然升高，北宋到南宋，溫度降低，一直到清朝都較正常為冷，雖然其間也有變動，但以南宋和元朝變動最大，20 世紀後才回復正常。

1890 年開始，全球有增暖現象，但是到了 1940 年代又有了新的轉變，氣候再轉冷，極端和災害性天氣頻頻出現。進入 21 世紀之後，全球暖化造成雪地、冰層與冰川消融及海水面上升，衝擊全世界數億人的生活。

據氣候學家的分析及研究，導致地球氣候發生變遷的原因相當的複雜，主要的影響因子有：天文因素的變化、太陽輸出能量的變動、大陸飄移影響、海流、造山運動、火山噴發，以及大氣中二氧化碳的增加等等。

二、氣象觀測

1、為何要做氣象觀測？其內容及方法有哪些？

氣象觀測的目的，是為了獲得正確的氣象資料以提供人類應用。氣象觀測是氣象業務中最重要而基本的工作，舉凡天氣預報實務，氣象學各方面之研究，皆以觀測結果為依據。為了提高氣象預報的準確度，並適時提供民眾參考，防範災害的發生，必須具備快速而準確的天氣資訊，因此，氣象觀測不僅要從事平面(地面)的資料蒐集，而且必須進行立體(高空)的資料量測。

氣象觀測由於觀測範圍、項目、目的及方法的不同，大致可分為地面氣象觀測、高空氣象觀測及特種氣象觀測等 3 類。

地面氣象觀測，係指在地面上運用氣象測量儀器，以人工或自動的方式來觀測接近地面大氣底層的各種氣象要素。每天 24 小時的觀測要素項目，包括氣壓、氣溫、溼度、雨量、降水強度、風向、風速、日照及日輻射等；此外，每隔 3 小時由觀測員就現在天氣、雲量、雲向、雲狀、雲高、能見度等項，從事人工目視觀測。船舶在海面上之氣象觀測也屬地面氣象觀測，除了觀測的氣象要素項目與地面大致相同外，另外增加如海溫等若干有關海洋的觀測項目。



圖 2-1 觀測坪

高空氣象觀測係指以自由飄浮之氣球，攜帶氣象儀器，從地面開始觀測到約在 40,000 公尺以下，各高度的氣壓、氣溫、溼度及風向、風速等氣象要素，提供預報人員從事大氣環流的分析，以瞭解整個大氣層的結構。就颱風中心移動為例，往往受高層大氣所左右，因此預報人員在進行颱風預報時，必須參考高空氣象資料，所以高空氣象觀測也是氣象觀測中重要的一環。



圖 2-2 高空氣象觀測作業

特種氣象觀測係指不包括於前兩類之氣象觀測，而以特殊設備為特殊目的而進行之氣象觀測；如氣象雷達觀測、氣象衛星觀測、閃電與落雷偵測等即屬之。

2、人類從事氣象觀測的歷史為何？近代在觀測儀器上有何新的發展？

根據考證，自殷商(約公元前 1300 年)起，在甲古文中就有簡單之氣象觀測紀錄及預報天氣之卜辭，並已使用「候風羽」觀測風，也有四方之風名和雲雨來自的方位，可見已有雲向的目視觀測。因此，我們可以說人類觀測氣象的歷史至少已有 2,300 多年了。

不過，早期的觀測只能做定性的敘述，直到公元 1643

年義大利科學家托里拆利(Evangeliste Terricelli)發明水銀氣壓計，接著又陸續有了溫度計、毛髮溼度計、風速計等觀測儀器的發明，人類才有了可以滿足天氣預報基本需求的定量氣象觀測資料。1920 年代，隨著無線電技術的進步，開啟了高空氣象觀測的發展，使氣象觀測工作，從近地 1、2 公尺高度拓展到了更廣闊的 3 度空間。

1941~1942 年開始應用氣象雷達，及 1960 年 4 月美國第一顆氣象衛星泰勒斯一號的成功發射，則使氣象觀測進入遙測時代。

3、降水量的定義為何？有哪些觀測項目？如何量測？

自空中降落至地面之液態及固態的水，統稱為降水。在一定時間內之降水，貯積於一平面上，而無蒸發、流失或滲透之損耗，其貯積量之深度(倘為固態形式，則為相當之水量)，稱為該時間內之降水量。

相關的觀測項目有降水量及降水強度。降水量之量測可利用各式雨量筒或雨量儀，常見自記儀器如圖 2-3 虹吸式雨量儀，而常見自動觀測系統如圖 2-4(a)及圖 2-4(b)是以傾斗式雨量儀為主。世界氣象組織規定降水之計量單位為毫米(mm)，應取小數一位，亦即 0.1 毫米；但目前國際尚有並行的英制單位，是以英吋為計量單位。

單位時間內的降水量稱為降雨強度，代表雨勢的大小。



圖 2-3 虹吸式雨量儀



圖 2-4(a) 傾斗式雨量儀外部



圖 2-4(b) 傾斗式雨量儀內部

4、風的定義為何？有哪些觀測項目？各是如何量測的？

空氣的流動形成風，係 3 次元(3-dimensional)向量。一般氣象上所講的風係指空氣相對於地面運動的水平(2 次元)風向及風速，而不考慮其垂直向量。

風的觀測包括風向和風速兩項。風向係指地面風的來向，以 16 方位表示，無風或風級為 0 之靜風(風速在 0~0.2m/s)時，不計風向，而以「C」(calm)記之，表示靜風。公元前 6 世紀希臘開始觀測風向，當時係以風雞觀測。1797 年美國氣象學家 George E. Curtis 製作成二羽風向器，增加擺動，是為風標之前身。

風速為風之速度，係指空氣質點在單位時間內所移動的水平距離。世界氣象組織規定其單位為每秒公尺(m/s)，並應記至小數點後 1 位，但目前尚有以每時哩(knot)計算者。1846 年英國人 Robinson 製作成杯型風速計。1887 年

法國巴黎 Richard 公司製成 Anemo-Cinemograph，為螺旋槳風向風速儀之前身。1892 年英國人 W.H. Dines 發明達因式風速儀。近年利用發電機原理製成發電式風速儀，並利用載波器之原理製成頻率式之風向風速儀，對於自動化觀測之發展很有助益。



圖 2-5 風速風向儀

5、氣壓的定義為何？在氣象上有何重要性？如何量測？

氣壓乃靜止時大氣之壓力。在地面上，氣壓即單位面積氣柱之垂直重量，亦即單位面積所受力之大小($P=F/A$ ， F 代表物體所受的垂直力， A 代表受力面積)。

氣壓在氣象上的重要性是在於可以表示天氣系統的

特性，如系統的移動方向、增強或減弱，有利於預報人員進行相關的天氣分析研判或天氣系統的追蹤。

氣壓之量測始於公元 1643 年，當時義大利人托里拆利(Evangeliste Torricelli)深信空氣有重量而量測之，因此發明水銀氣壓計。通常以水銀氣壓計(mercurial barometer)、空盒或彈力式氣壓計(aneroid or elastic barometer)及微壓計(micro-barograph)等測量之。因水銀具有強烈毒性，世界氣象組織(WMO)建議各國停用水銀觀測儀器，所以中央氣象局已於 2014 年改用電容式電子氣壓儀取代水銀氣壓計，自動觀測系統亦使用電容式電子氣壓儀量測。



圖 2-6 空盒氣壓儀



圖 2-7 電容式電子氣壓儀

6、氣溫的定義為何?如何量測？

氣象觀測中常觀測的溫度有氣溫、地溫及水溫。一般量測溫度都是將測溫儀器與被測的物質接觸，待兩者達熱平衡時，再讀取儀器上所顯示之讀數。氣溫係指以溫度計量測在距地面 1.25 - 2.00 公尺間流動而不受太陽直達輻射影響之大氣溫度。自記儀器多採雙金屬片溫度儀，自動觀測系統則以白金電阻式為主。世界氣象組織(WMO)規定的單位為攝氏度，係以水在標準大氣壓力下，其冰點為 0°C 、沸點為 100°C ，其間劃分為 100 等分，每 1 等分為 1°C 。

最高溫度計係用以觀測某一定時間內（通常為一天）出現之最高氣溫。該溫度計在水銀球毛細管前端插入一小玻璃棒，以減小管徑，或將毛細管接近球部處之管徑縮小，稱為隘口。當溫度升高時，水銀膨脹越過隘口而上升，但溫度下降時，隘口兩邊之水銀收縮速度不同，以致在隘

口處斷裂，毛細管一段之水銀留在管內，無法降入球部，因此水銀柱頂端所示之溫度，即為此一定時間內出現之最高氣溫。



圖 2-8 最高溫度計

最低溫度計係用以觀測某一時段（通常為一天）內出現之最低氣溫。臺灣地區大都採用酒精溫度計，來量測最低溫度。該溫度計在酒精柱內，置一藍色指標，為一長約 2 公分之兩端呈球狀之玻璃棒，當溫度下降時，酒精收縮，因酒精柱頂之表面張力作用，帶動指標下移，即向酒精球部退縮。當氣溫上升時，酒精越過指標而上升，而指標因無外力推動，仍留原處。故指標離酒精球部較遠之一端，即可表示在某一時段之最低溫度。



圖 2-9 最低溫度計

7、溼度的定義為何?通常有哪些表示方法?如何量測?

溼度是表示大氣中水份含量的多少。在氣象觀測中有水氣混合比、比溼、水氣壓、絕對溼度、相對溼度及露點等表示方法。以最常用的相對溼度而言，其量測方法有使用乾溼球溫度計、毛髮溼度儀、露點儀等測定法。



圖 2-10 乾溼球溫度計

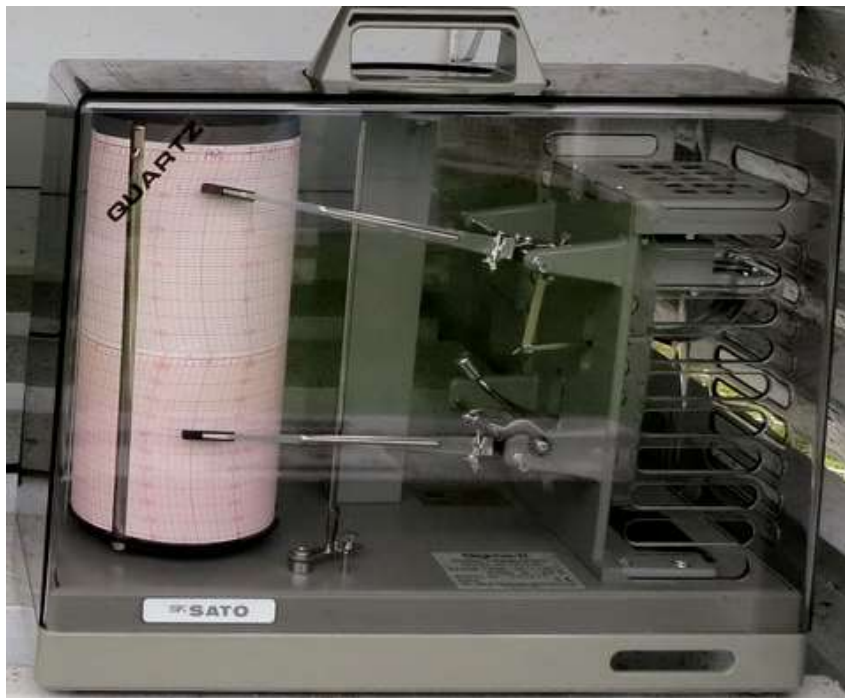


圖 2-11 毛髮溼度儀

8、國際上如何對雲作分類？如何觀測雲？

世界各國（包括我國）在雲觀測與分類上皆依據世界氣象組織（World Meteorological Organization，WMO）制定的「國際雲圖」（International Cloud Atlas，ICA）一書，根據國際雲圖的說明，雲可依雲底出現的高度，將雲分成低雲、中雲、高雲等 3 大雲族，或根據雲的外型特徵做為分類方式，包括雲屬（Genera）、類別（Species）與變型（Varieties）等三大類，其中類別部份又包含許多的變種結構，變種結構亦可跟隨其他的附屬結構，使雲在分類上具有多樣性。

雲屬為雲依基本特性分類，根據雲的形狀可分成卷雲、卷積雲、卷層雲、高積雲、高層雲、雨層雲、層積雲、層雲、積雲及積雨雲等 10 種，並可再根據雲層的外觀特性分成多種類別，例如纖維狀、鉤狀、堡狀、絮狀、層狀、莢狀等等。世界氣象組織於 2017 年更新「國際雲圖」（上次更新時間 1987 年），本次更新共新增了滾軸狀、糙面狀、波濤狀、雲洞、牆狀、人為性、山嵐、瀑布雲、火成雲等等 11 種雲類別，相關資料可參考 WMO 所屬 <https://cloudatlas.wmo.int/home.html> 或中央氣象局全球資訊網站 <http://www.cwb.gov.tw>。

雲的觀測項目包括雲屬（狀）、雲量、雲高等，首先依據雲的外型特徵判斷雲屬與雲狀，再由雲層遮蔽天空的程度判斷雲量（通常以 10 分量的分式表示），最後再由雲的結構、大小、移動速度等，配合雲屬高度參考值來估

計雲層距離地面的垂直距離，以判斷雲高（以公尺為單位）。雲觀測時必須先守視天空一段時間，追蹤其演變過程，參照其過去變化情形，對於識別疑難之雲狀相當有幫助。

9、氣象局如何得到高空的氣象資料？其中風向、風速是如何量測的？

目前係利用填充氦氣的氣球，將探空儀攜帶升空。探空儀中裝有氣壓、氣溫、溼度之感應器及無線電發報設備，可以量測氣球上升所經過位置的氣壓、氣溫、溼度等資料，並以無線電傳回地面接收站。同時，可利用全球定位系統（GPS），測得氣球在不同時間的位置，從而計算出不同位置上的風向及風速。

10、氣象雷達觀測的基本原理為何？在氣象監測及預報作業上的重要性如何？

氣象雷達是利用雷達本身發射電磁脈波，當電磁脈波碰到雲層及雲層中之降水(雨滴、雪或冰雹等)粒子時，會造成電磁脈波之反射及散射(如圖 2-12 所示)。雷達天線的功能為將發射前的電磁脈波聚集成波束，並接收經降水粒子所反射及散射回來的微弱電磁波能量。雷達信號處理裝置可將電磁回波信號予以放大解析，而得出可能的降水強度，此即降水回波強度；又利用發射至接收的時間差，計算出雲雨系統與雷達的相對距離。

新式的都卜勒氣象雷達，除了可以偵測雲雨系統的降水強度外，尚可經由檢測所接收之電磁波與發射之電磁波

兩者的頻率變化，計算出降水在雷達發射波束方向上之移動速率，此即降水徑向速度，並藉以研判雲雨系統附近的風場結構，對雲雨系統的發展趨勢與移動情形更能掌握。

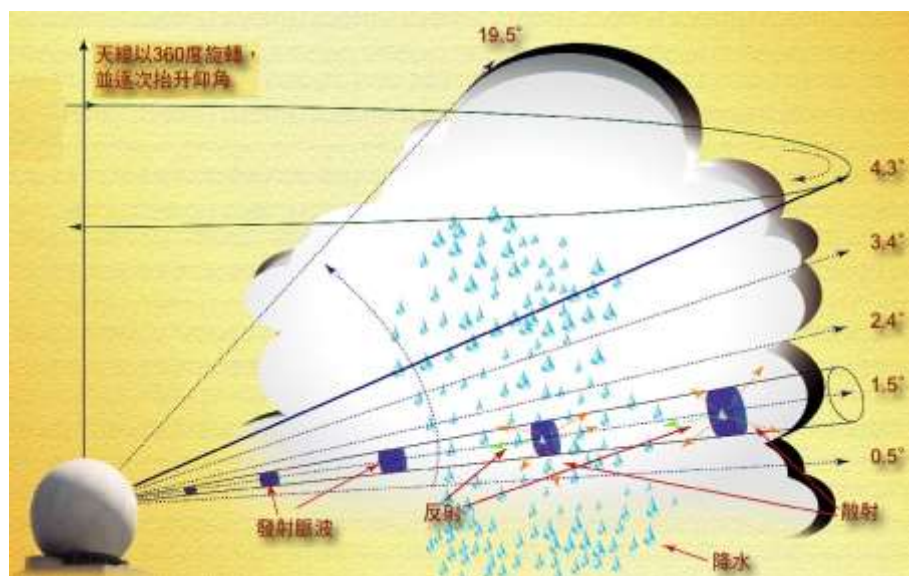


圖 2-12 氣象雷達觀測原理示意圖

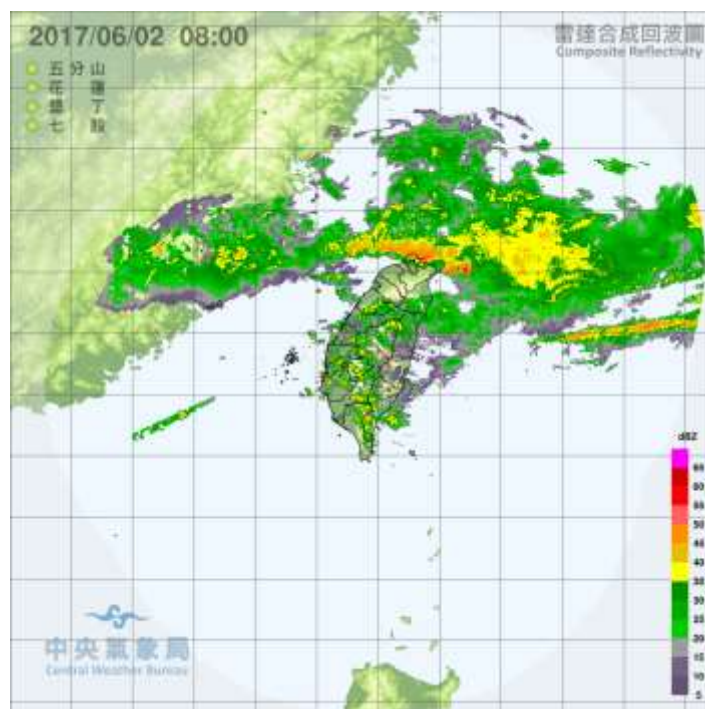


圖 2-13 氣象雷達整合回波圖

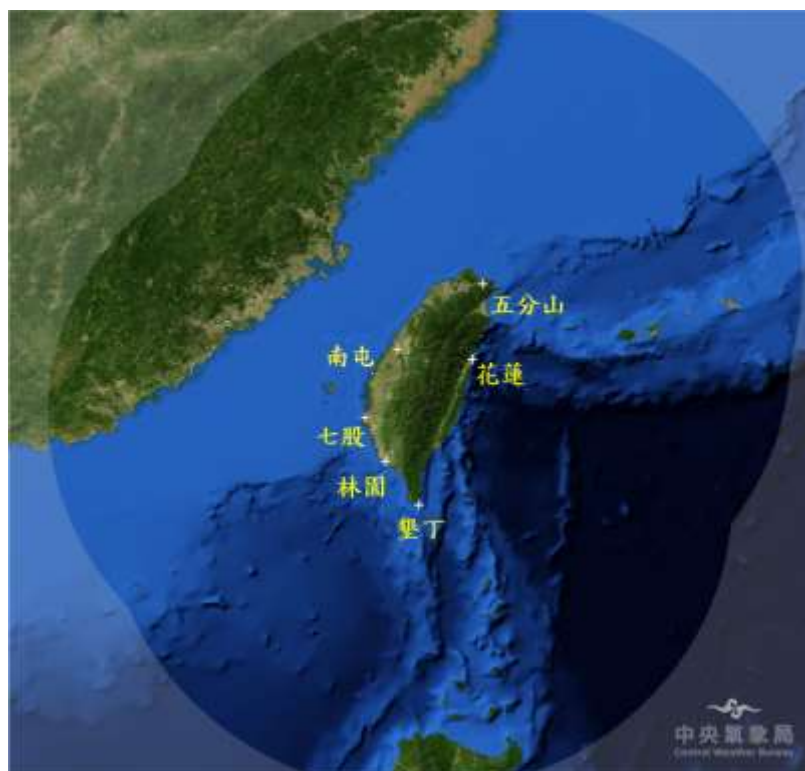


圖 2-14 中央氣象局氣象雷達觀測網(未來將陸續建置雲林、樹林、宜蘭等防災降雨雷達)

而新建中及更新中的雙偏極脈波化都卜勒氣象雷達 (dual polarization Doppler radar)，比原來只有水平向單偏極化脈波雷達，多了垂直向偏極化脈波，藉由兩種偏極化電

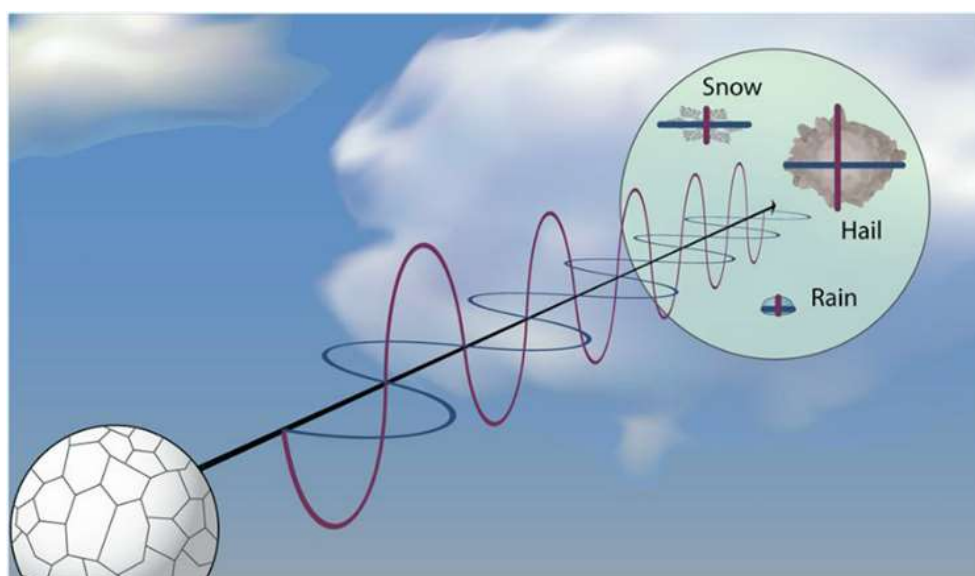


圖 2-15 雙偏極化氣象雷達示意圖

磁波散射後的接收差異，可分辨水的樣態是水滴、冰雹或是雪等，並可估算出較為精確的降雨量值。

氣象雷達對降水回波的有效觀測距離約 460 公里，是對於即將影響臺灣的雲雨系統，如雷雨、颱風或鋒面，即時監測的重要觀測工具，尤其在災害性天氣發生時，可利用即時監測之資訊適時發布警報與預警，以降低災害性天氣所造成的生命財產損失。

11、氣象衛星觀測的基本原理為何？在氣象觀測上的重要性如何？

氣象衛星的觀測原理是屬於遙測技術之一。所謂遙測，一般定義為不和目標物直接接觸，只偵測由目標物反射或放射的電磁波，來決定目標物的物理性質。氣象衛星可見光頻道接收來自地球表面覆蓋物對太陽照射的反射光，紅外線頻道則接收來自地球及大氣所釋放出的輻射量。利用特性不同頻道的觀測，不僅可觀測大範圍的雲貌(圖 2-16)，甚至

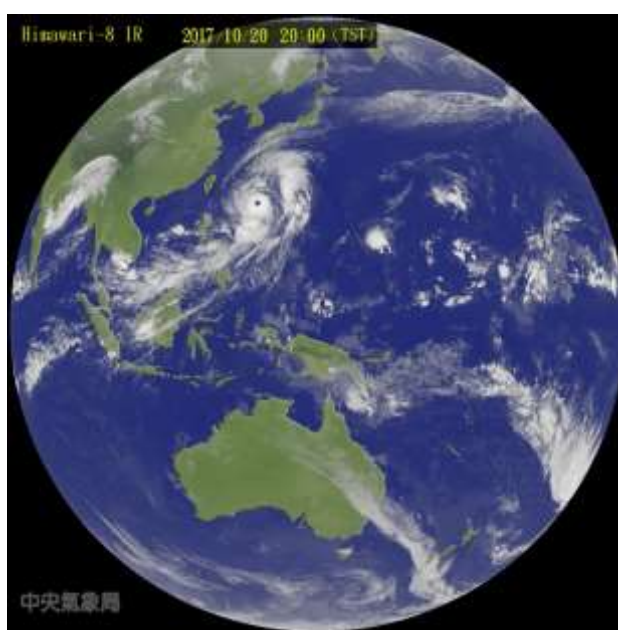


圖 2-16 地球同步衛星觀測之紅外線雲圖

小的雷雨系統都逃不出它的觀測範圍。氣象衛星依繞行軌道可分為繞極軌道(polar orbit)與靜止軌道(geostationary

orbit)兩種。繞極軌道衛星係環繞地球南北兩極運轉，高度約在 860 公里，運轉一週約為 102 分鐘，12 小時可通過地面接收站接收範圍內 1 次，其軌道面與太陽維持固定角度，又稱為太陽同步(sun-synchronous)衛星。靜止軌道衛星之軌道在赤道上空，高度約為 36,000 公里，繞地球一周所需時間與地球自轉一圈相同，為 24 小時，又稱為地球同步衛星，因為與地球同步，故相對於地球而言，衛星是靜止在不變的位置上，因此可連續地偵測同一地區的天氣系統。一般電視媒體在報導氣象時所運用的衛星雲圖，即為這種地球同步衛星所觀測的紅外線雲圖。

氣象衛星觀測資料現行的廣播方式可分為傳統的無線電方式透過衛星公開廣播，只要有適當的軟硬體設備就能自行接收、處理即時觀測到的衛星雲圖；另一方式為資料之接收處理由特定單位負責，結果放置於雲端，需要申請並透過網際網路方能取得全解析、全頻道的資料。

氣象衛星觀測涵蓋範圍廣，不像氣象雷達會受到地形遮擋之影響，對氣象預報人員可提供大尺度，甚至中小尺度天氣系統的重要參考依據；對於測站稀少、資料缺乏諸如沙漠、廣大熱帶洋面、高山地區，更提供了重要資訊。其在辨認導致豪(大)雨之中尺度對流系統、颱風中心之定位及強度之估計，以及寒流動向之追蹤等等，均扮演十分重要的角色。氣象衛星亦用來觀測大氣中水氣、陸地及海面溫度、推算風場和垂直溫溼剖面，強化數值天氣預報的初始資料，並提供氣候監測之運用。另外，氣象衛星也可以監測夜間霧區、空氣品質及沙塵動向，以及火點監測如

火山噴發或大範圍火災等。因此，氣象衛星觀測資料是現代化氣象作業必備的重要資訊之一。

12、在氣象站的觀測坪內的白色小屋有何用途？

在氣象站的觀測坪內有一白色小屋，是為「百葉箱」。其內所安置的觀測儀器為量測氣溫及溼度的儀器，如乾溼球溫度計、最高溫度計及最低溫度計等。

它的用途為防止箱內觀測儀器直接或間接受到輻射熱影響，所以，箱內外均塗以白漆，藉以反射來自太陽、地面及建築物之輻射熱，北半球的箱門應向北開，以免日光直接射入箱內，並保持量測時最佳的通風狀態。



圖 2-17 百葉箱

13、中央氣象局氣象觀測站的分布情形如何？

中央氣象局在臺灣各地包括高山、離島設有 25 個綜觀氣象站，另在南沙及東沙等地亦設有 12 個合作氣象站，從事地面氣象觀測工作。

高空氣象觀測站網的密度，依照世界氣象組織的要求，為每 200 公里應有 1 站。目前中央氣象局在臺北板橋及花蓮設有 2 個高空氣象觀測站；另在東沙島亦有 1 個與海軍合作觀測的高空氣象觀測站。中央氣象局所屬的高空氣象觀測站之密度，確實不足，所幸空軍在綠島、屏東及澎湖亦有 3 站，正可彌補此一缺憾。

另因臺灣地形複雜，以致由中小尺度的天氣系統所引發的局部性豪雨，無法由數量有限的綜觀地面氣象觀測站完整地監測到。中央氣象局為加強改進區域性豪雨預報，自民國 75 年起，進行臺灣地區雨量自動測報系統之建置計畫，以分年分區之方式，在臺灣各主要河川流域及地區，建立自動雨量站及自動氣象站，形成綿密的觀測站網，以加強雨量及多項氣象要素的蒐集，俾能適時發出預警，減少災害損失。迄 106 年 12 月止，中央氣象局共架設 528 個無人自動站（377 個氣象站、151 個雨量站），再加上 25 個有人氣象站與 12 個合作站，共 565 站（如圖 2-18 中央氣象局測站分布圖），以國土面積 36,000 平方公里計算平均測站距離約為 8.1 公里，設站的面積密度（總站數／總面積）約為日本、大陸和韓國的 2.5 至 4.1 倍。同時與水利署、水土保持局、臺北市政府等連線取得設站資料等共 329 站，總計獲得即時雨量資料站數達 894 站，

此監測資料皆即時提供天氣預(警)報作業單位、各級政府防救災單位應用參考。

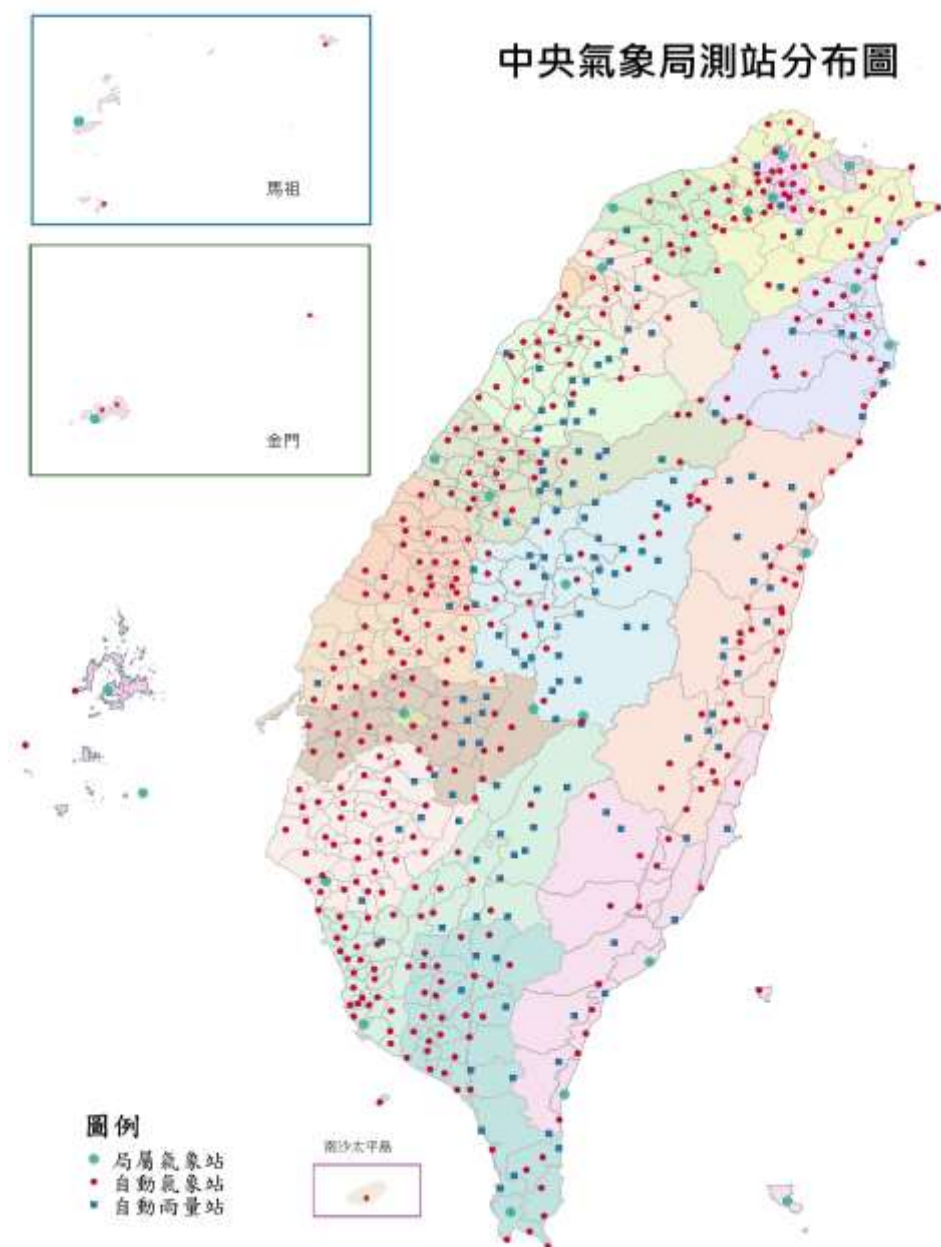


圖 2-18 測站分布圖

14、臺灣地區的氣象觀測站分布有無缺點？應用觀測資料時應注意哪些事項？

目前世界各國的氣象觀測，都是以定點的觀測資料來代表其周圍某一範圍的氣象狀態，因此選擇站址的第一要件就是要有代表性。以臺灣而言，由於地理環境複雜，地形特殊，即使觀測站數增至目前的 2 倍，也仍然無法充分代表實際的狀態。因此，在使用觀測資料時，應特別注意觀測地點是否確實足以代表需要資料的地方之氣象。

15、選擇氣象觀測站所需之條件為何？

氣象觀測站是取得氣象觀測資料的主要地點。由於設站的目的不同，對於設站地點的考慮條件亦有所差異。不過，觀測紀錄的代表性應是優先考慮的問題，宜選擇周圍自然地理條件相同的地方，並且盡可能減少受到特殊地形的影響。如果目的是以提供天氣分析及預報所需資料為主，則應依一定的密度分布設站(一般而言，地面觀測站間之距離以不超過 150 公里，高空觀測站間之距離不超過 300 公里為宜)，始能構成一個天氣站網。

16、世界各國在氣象觀測實務上有哪些共同的做法？

世界各國在氣象觀測實務上的共同做法有：

- (1)觀測時間一致性：繪製天氣圖時，必須採取所有測站同時觀測之資料，故均採用世界標準時(UTC)；國際指定的觀測時間為每日 2 時(18UTC)、8 時(00UTC)、14 時(06UTC)、20 時(12UTC)；而 5 時(21UTC)、11 時(03UTC)、17 時

(09UTC)、23 時(15UTC)，則為繪製輔助天氣圖所增加之觀測時間。

(2)觀測單位一致性：繪製天氣圖時，必須採取相同單位之觀測資料，故均採用世界標準單位，如氣壓採用百帕(hPa)、溫度為攝氏(°C)、降水量為毫米(mm)、風向為十六方位、風速為每秒公尺(m/s)等。

(3)觀測儀器之精確度須達一定的標準：可使觀測結果維持一定的水準，俾供比較及應用。

17、在沒有觀測儀器的情況下，如何估計風向及風速？

無觀測儀器或儀器故障時，可參考地面物體，如旗桿、炊煙、樹枝或小樹隨風搖動之方向估計風向；參考地面物體被風吹動之情況，依據蒲福風級之標準(如表 2-1)估計風速。但估計時，應注意下列幾點：

(1)觀測遠處之旗幟、風袋、煙囪、樹枝或小樹等之搖擺方向，常生視差，不可作為估計風向之標準，必須立於旗桿之下，垂直向上觀測方能正確。

(2)觀測時必須在空曠處所：在空曠處所，以面向風之感覺，即可測得頗為可靠之風向；但如鄰近有較大之障礙物(如高樓大廈、山脈等)，在背風面常生渦流，所以不能代表真正之風向及風速。

(3)風向並非永久穩定，故需作較長時間(一般為十分鐘)之觀測，方能決定其主要的風向。

(4)即使甚低的雲層，其移動方向亦不可拿來估計風向。

(5)根據蒲福風級估計風速時，需注意各該目標物是否受障礙

物之影響。

表 2-1 陸上應用之蒲福風級表

蒲福風級	風之稱謂	一般敘述	每秒公尺 m/s	每時公里 km/hr	每時哩 kts
0	無風 calm	煙直上	0-0.2	<1	<1
1	軟風 light air	僅煙能表示風向，但不能轉動風標。	0.3-1.5	1-5	1-3
2	輕風 slight breeze	人面感覺有風，樹葉搖動，普通之風標轉動。	1.6-3.3	6-11	4-6
3	微風 gentle breeze	樹葉及小枝搖動不息，旌旗飄展。	3.4-5.4	12-19	7-10
4	和風 moderate breeze	塵土及碎紙被風吹揚，樹之分枝搖動。	5.5-7.9	20-28	11-16
5	清風 fresh breeze	有葉之小樹開始搖擺。	8.0-10.7	29-38	17-21
6	強風 strong breeze	樹之木枝搖動，電線發出呼呼嘯聲，張傘困難。	10.8-13.8	39-49	22-27
7	疾風 near gale	全樹搖動，逆風行走感困難。	13.9-17.1	50-61	28-33
8	大風 gale	小樹枝被吹折，步行不能前進。	17.2-20.7	62-74	34-40
9	烈風 strong gale	建築物有損壞，煙囪被吹倒。	20.8-24.4	75-88	41-47
10	狂風 storm	樹被風拔起，建築物有相當破壞。	24.5-28.4	89-102	48-55
11	暴風 violent storm	極少見，如出現必有重大災害。	28.5-32.6	103-117	56-63
12	颶風 hurricane		32.7-36.9	118-133	64-71
13	—		37.0-41.4	134-149	72-80
14	—		41.5-46.1	150-166	81-89
15	—		46.2-50.9	167-183	90-99
16	—		51.0-56.0	184-201	100-108
17	—		56.1-61.2	202-220	109-118

18、氣象觀測所得資料，如何向國際傳遞與交換？

綜觀氣象站觀測所得資料均應按時編成電碼，利用專屬的網路或專線電話，傳遞至國際氣象通訊中心彙整，然後再透過衛星線路、無線電等方式向國際廣播，達成世界各國相互交換天氣觀測資料之目標。

至於國內氣象資料的傳輸，各氣象站（包括綜觀氣象站、自動氣象站及雨量站）利用專屬網路、微波訊號、無線電通訊或專線電話等方式，將觀測資料即時傳回至中央氣象局局本部，同時也會傳輸至中央氣象局臺灣南區氣象中心進行異地備份，提供氣象預報作業應用。此外，中央氣象局利用網路、傳真或電話等通訊方式，將氣象資料即時提供給國內防救災、水利、交通等相關作業單位。

19、天氣現象如何分類？天氣現象的觀測重點與其他觀測項目有何不同？

天氣現象可分為水象、塵象、光象與電象等四大類，其觀測重點與其他觀測項目不同。天氣現象的觀測，是觀測員針對大氣狀態及其伴隨的現象進行定性目視觀測，並以世界氣象組織規定者之特定符號予以記載，應用人員可以憑符號了解其意義。

20、除了一般的氣象要素外，中央氣象局對大氣還做哪些觀測？

中央氣象局之大氣觀測除了一般的氣象要素外，還有大氣理化與紫外線輻射觀測。大氣中理化成份有一定比

例，但常因人為污染，造成大氣之特異變化。例如森林的過度開發，而使全球的二氧化碳含量增加；工廠的廢氣排放，在大氣中形成煙霧(smog)，這些現象雖然不會立即而顯著地造成氣象變化，但對於全球的氣候變遷會有很深遠的影響。中央氣象局為配合全球氣候變遷計畫，已在臺灣各地從事臭氧、紫外線、雨水酸鹼值等之觀測，以建立長期研究的基本資料。

21、臺灣的氣象觀測是如何開始的？

根據徐明同博士的考證，臺灣於清朝時即已開始氣象觀測，至今已有一百多年之久了。

香港觀象臺於西元 1883 年設立後，杜巴克(Doberck)臺長獲得清朝總稅務司哈德爵士(Sir Hart)協助，收到中國沿岸各海關和燈臺的氣象報告。臺灣依照此規定，由香港觀象臺提供氣象觀測儀器，於西元 1885 年前後，在基隆、淡水、安平、打狗(高雄)等各海關及澎湖漁翁島、南岬(鵝鑾鼻)等燈臺，開始辦理氣象觀測，並將氣象報告和氣象紀錄送交香港觀象臺。

西元 1895 年甲午戰爭結束後，臺灣被割讓給日本，由於人民反對割讓，而與日軍對抗達半年之久，氣象觀測因而停頓。直到當年 11 月 27 日起，日本政府應香港觀象臺請求，繼續由淡水海關提供每日兩次的氣象電報和漁翁島燈臺的氣象月報。

西元 1896 年 8 月 11 日，日本政府於臺灣總督府民政局內設立臺北測候所，開始辦理氣象觀測。並陸續於恆春

、澎湖、臺中、臺南等地設立測候所，正式展開臺灣近代的氣象觀測。

22、物候觀測與氣象觀測有何關係？

動植物受氣候變化影響，發生週期性的活動或變化現象，稱之為物候（phenology），例如植物的開花（櫻花季與桐花季）、落葉、楓葉變紅、昆蟲的蟄伏、候鳥的遷移等。觀測、調查這些生物的活動現象，即為物候觀測（phenological observation），目的在於瞭解氣候對動植物的影響，並由觀測結果可測知四季提早或延遲，以及異常氣候的發生等，是紀錄當地氣候指標的重要參考，對於農業氣象的應用和氣候變遷的研究而言，具有重要的意義。

23、中央氣象局閃電與落雷偵測系統的基本原理為何？如何應用於氣象預報作業？

閃電偵測是一種電磁波輻射遙測偵測技術，其原理是在旺盛的對流大氣中，水氣上升遇過冷水與凝結核而凝結成

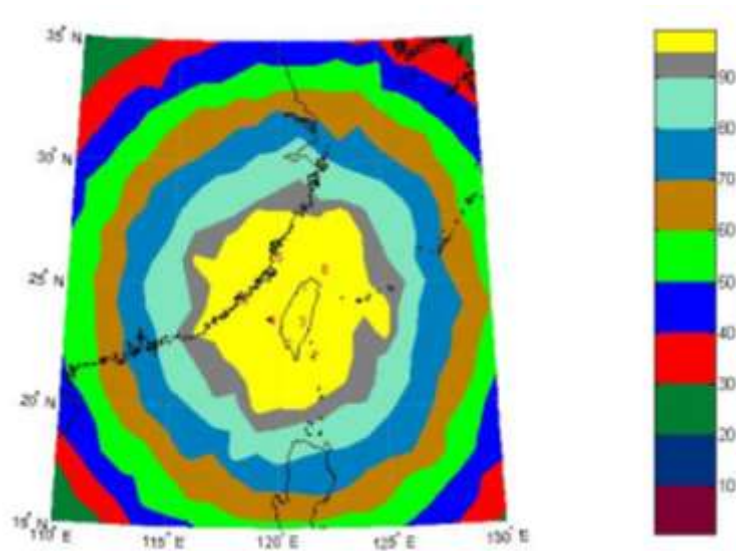


圖 2-19 中央氣象局閃電偵測涵蓋範圍圖
(色階表偵測率，灰色區內>偵測率 90%)

冰晶，由於冰晶間的彼此碰撞摩擦而產生帶正電的冰晶往雲頂移動及帶負電的冰珠在雲底，當兩處的電量均蓄積到一定程度，電流(電子流)便會強行穿過上、下 2 層間的空氣，於 $1/100 \sim 1/1000$ 秒的極短時間內，產生最大可達十億伏特的巨大放電現象，也就是閃電。閃電發生時，會產生從超低頻(1 kHz)到超高頻(1 GHz)的電磁波，且由雷擊中心點以近光速向外球狀輻射傳播。閃電偵測站可偵測電磁波輻射及入射方向，並傳回中心站計算。但是單一的偵測站只能判別出電磁波入射的方向而無法確實定位，若要判斷閃電發生的位置，最少需要同一平面兩組以上的偵測器共同觀測到此電磁波，再由兩組儀器所測得閃電入射方向延伸，兩者的交點即是閃電發生的位置。

中央氣象局

於 2015 年啟用的閃電與落雷偵測系統，在全臺佈置多個偵測站，偵測範圍涵蓋包含全臺灣本島、離島陸地及海域

(如圖 2-19 所示)，黃色區域為

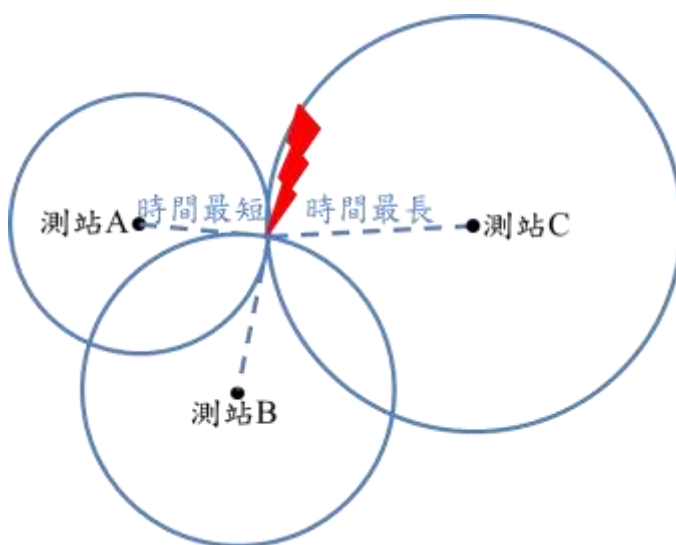


圖 2-20 中央氣象局閃電偵測原理示意圖

偵測率高於 95% 的範圍。這套系統是由 3 個以上的偵測站針對同一道雲對地或雲對雲閃電放出的電磁波進行偵測，並以電磁波到達偵測站的時間差 (Time of Arrival, 簡

稱 TOA)」(如圖 2-20 所示)，計算出發生位置，由於每道閃電都是發生在極短的時間內，故 GPS 定位和校時精準度的提升有助於閃電定位的準確性。

閃電雷鳴常伴隨短延時、強降水的劇烈天氣，不但雷擊對生物具致死性危險，滂沱大雨更容易引發水災、土石崩落，有研究指出閃電密集發生時間有可能領先降水最劇烈時間，故此特徵可作為極短期劇烈天氣預報的參考，而領先的時間對淹水警戒及救災應變便顯得十分重要。

三、天氣預報

1、我們為什麼要預報天氣？中央氣象局的天氣預報產品有哪些？

我們之所以要預報天氣，最主要的原因是自然界中的天氣變化，對於人類的民生、農業、經濟、工業、國防等，都有直接或間接的影響。舉例來說，颱風的侵襲，不僅會為我們帶來財物損失，嚴重時甚至會造成生命傷亡，影響國家經濟建設；寒流來襲，使得溫度急遽下降，造成農業、養殖業嚴重受損；強風巨浪、濃霧不僅會影響船舶海上作業，濃霧也會影響飛機的起降和陸上行車的安全；此外，雷雨、龍捲風、冰雹等劇烈天氣現象，亦會對人們造成傷害。為了避免氣象因素及天氣變化對我們日常生活造成不便，甚至引發災害，中央氣象局每天定時對外發布天氣預報，透過電視傳播媒體、廣播電臺、報紙、語音電話及網路等各種管道告訴大眾，讓大家可以儘速獲得最新氣象資訊，做好因應措施。

中央氣象局目前對外發布的天氣預報產品包含：

- (1)縣市天氣預報(提供 22 縣市：一週天氣狀況及溫度預報，今、明天氣狀況、降雨機率及溫度預報)
- (2)鄉鎮預報及精緻化預報(提供鄉鎮、原鄉部落、客庄、國家森林遊樂區、國家公園及風景區、農場旅遊、主要港口及水庫等包含：天氣狀況、降雨機率、溫度、體感溫度、相對溼度、風向風速、舒適度、紫外線指數一週預報，近

- 48 小時內並提供逐 3 小時預報資料)
- (3)大陸及國際主要都市天氣預報(包含：天氣狀況、氣溫，預報時效為 24 小時)
 - (4)月長期天氣預報(包含：天氣趨勢、氣溫及雨量趨勢，預報時效為 1 個月)
 - (5)季長期天氣預報(包含：天氣趨勢、氣溫及雨量趨勢，預報時效為 3 個月)
 - (6)近海漁業氣象預報(包含：天氣狀況、風向、風力、浪級、浪高，預報時效為 72 小時)
 - (7)三天漁業氣象預報(包含：天氣狀況、風向、風力、浪高，預報時效為 72 小時)
 - (8)農業氣象預報(包含：天氣狀況、氣溫、極端溫度、雨量、農事作業注意事項，預報時效為 7 天)
 - (9)災害性天氣特報與即時天氣訊息(觀測或預測有豪雨、大雨、強風、低溫、濃霧等災害性天氣現象時，發布災害性天氣特報，若部分天氣現象及其變化未達特報發布標準，則透過「即時天氣訊息」來提醒，例如高溫、冰雹、大雷雨、長浪即時訊息等)
 - (10)颱風消息及颱風警報(颱風消息內容包含颱風定位、強度分析及未來 5 天路徑與強度預報，若颱風即將侵襲臺澎金馬地區及其近海，亦適時發布颱風警報及各地風雨預報)

2、中央氣象局如何預報天氣？

過去的天氣預報作業基本上是先由填圖人員將各種觀測資料填在天氣底圖上，再繪製等壓線、等溫線等，並分析和標示高低壓中心、鋒面、颱風等天氣系統之位置和強度，再由預報人員根據這些資料，以自己的學識及經驗，判斷未來天氣系統的位置和強度，作出「主觀」天氣預報。由於個人的學識及經驗各異且有限，同時資料也十分有限，因此早期主觀預報天氣的準確度及時效性便和需求有較大差異。

近年來，由於我們對大氣環流的實際狀況，及其未來可能的變化，可用大氣控制數學方程式來模擬；另外，由於電腦日新月異，使得我們可利用超級電腦迅速蒐集世界各地最新的氣象資料，並建立以物理、數學為基礎的「數值天氣預報系統」，求取各氣象變數之數值，再由預報人員以這種「客觀」天氣預報產品為主要指引，加上個人學識及經驗的「主觀」分析與研判。藉此，我們可以獲得更準確及時效性更長的預報。另外，中央氣象局與美國海洋暨大氣總署預報系統實驗室共同研發的「天氣整合與即時預報系統(WINS)」，可同時將各種氣象資料整合在個人電腦工作站上，讓預報人員透過「人機交談」方式，更方便、更快速的進行更客觀、更準確的天氣預報。

3、什麼是天氣圖？有哪幾種？如何分析？有何功用？

天氣圖通常係指表示一特定之廣大區域內氣象狀況分布之圖，可分為定高面圖及定壓面圖：

- (1)定高面圖是指在海平面以上，任一相等高度面之天氣圖，通常包括該高度之氣壓、風向、風速、溫度、露點(溼度)等天氣要素之填寫與分析。目前最常使用的僅有地面圖。
- (2)定壓面圖是指經指定觀測的各個氣壓面之天氣圖，通常包括該氣壓面之高度、風向、風速、溫度、溫度露點差(溼度)等天氣要素之填寫與分析。定壓面是以其氣壓值而得名，例如 850hPa、700hPa、500hPa(百帕)圖，而所有高空圖均用定壓面圖。

由天氣圖上氣壓、高度、風場及溫度之分布情形，可判斷出天氣系統之位置(例如：鋒面、颱風)；由溫度、溼度、雲量、雲狀、雲高及天氣現象之訊息，可瞭解天氣系統對當地天氣變化造成之影響；將地面天氣圖及高空天氣圖配合分析，則可判斷天氣系統之結構與強度。

分析天氣圖，可瞭解實際大氣中天氣系統之位置、強度、造成之天氣現象等，若再將衛星資料、雷達資料與天氣圖結合使用，另再加上數值預報產品之應用，則可用來預報未來天氣的可能變化，提供民眾應用，並減少因天氣因素而帶來損失。

4、何謂降雨機率預報？降雨機率是如何做出來的？如何應用機率預報？

「降雨機率預報」是指某特定地區在預報時段內，發生降雨(≥ 0.1 毫米)機率的大小，通常以百分比表示，與降雨強度、累積雨量並無直接相關。至於降雨機率的大小，則是依據當時的天氣系統、氣象條件及當地氣候統計資料加以綜合分析研判而得到。

在一般的天氣預報(即定性預報)內指出有雨時，我們只知道預期可能降雨，但它發生的可能性有多大則無法得知。因此，在採取防範措施時將沒能做較適切的決定。但是有了降雨機率預報之後，我們就可以知道「下雨」的可能性有多大，如降雨機率大時，對於預定的活動即須預作準備，反之，降雨機率小時(如下雨機率可能只有 30% 或更小，即表示出現降雨的機率並不大)，就可自行斟酌是否採取因應防範措施。另外，在使用降雨機率預報時，必須存有風險的觀念，才能發揮機率預報之效益。

5、天氣預報準確率為何不能達到百分之百？

目前即使是科技先進的歐美及日本，其天氣預報之準確率仍然無法達到百分之百，原因主要有 3 點：

- (1)由於大氣本身是連續性的流體，而測站的觀測資料並不是連續性的資料，因此大氣預報方程式的初始資料便不是十全十美的，於是預報結果的誤差將隨時間的延長而增加。
- (2)觀測資料可能因人為或儀器因素而產生誤差。
- (3)目前大部分的預報作業是利用電腦來模擬大氣未來的可

能變化，然而電腦中的數學方程式無法完全模擬大氣演變，誤差也容易因為計算時間增加而變大。

由於上述原因，所以天氣預報的準確率目前不可能達到百分之百，以現今的科技水準，電腦可以在有效時限內計算出未來 2 星期的天氣預報，但如要提供較高準確率的預報資訊，仍以 1 星期為限。

6、何謂短期天氣預報與長期天氣預報？

「天氣預報」是以目前大氣環流的狀態預測未來可能的變化。但預報的過程中，因準確度及需求的不同，通常以時間來劃分天氣預報的期限：0 到 3 小時稱為「即時預報」，3 小時以上到 12 小時稱為「極短時天氣預報」；12 小時以上到 48 小時稱為「短期天氣預報」，可讓大眾瞭解近期天氣變化較詳細的情況；3 天以上到 10 天為「中期天氣預報」，主要提供未來 10 天內天氣系統的變化情況；10 天以上為「長期天氣預報」，又可分為旬預報、月預報、季預報、年預報，其內容主要說明未來天氣趨勢及各地氣候平均狀態。

7、地面高氣壓中心一定是好天氣嗎？地面低氣壓中心一定是壞天氣嗎？

在地面天氣圖上，將氣壓值相等的地區連結起來，若可形成一封閉曲線，且其氣壓值若比周圍高，這閉合區域稱為高氣壓，或簡稱高壓。在高氣壓區域內氣壓值最高的地方，稱為高壓中心。同樣道理，凡是氣壓值比周圍低，而等壓線又呈閉合形狀的，就叫低氣壓，或簡稱低壓。在低氣壓區域內氣壓數值最低的地方，就叫做低壓中心。

高氣壓和低氣壓所伴隨的天氣究竟有何不同呢？我們都知道水往低處流，空氣和水一樣，也是從氣壓高的地方往氣壓低的地方流動。由於空氣流動時，會受到地球自轉所產生的偏向力、地表的摩擦力，及空氣作曲線運動時所產生的離心力等的影響，使得在北半球的高壓區域內之空氣是圍繞著高壓中心作順時針方向旋轉且向外流出(詳見圖 3-1(a))。此時，因地面的空氣不斷向外流出，於是在它的上空，空氣就從四周流入補充，這樣在高壓中心附近上方的空氣，就會有下沉運動(詳見圖 3-2(a))。空氣在下降過程中，因絕熱增溫作用，空氣中的水滴就蒸發成水氣，雲雨也就逐漸消散掉，所以高氣壓中心附近，通常伴隨較晴朗的天氣。

反之，低壓區域內，空氣是圍繞著低壓中心呈反時針流動，且不斷的自周圍流入低壓中心(詳見圖 3-1(b))，使低壓中的空氣被迫上升(詳見圖 3-2(b))；空氣升到高空，因溫度遞減效應，空氣中的水氣也就逐漸凝結成雲雨，所以低

氣壓中心附近，通常呈現陰雨的天氣。

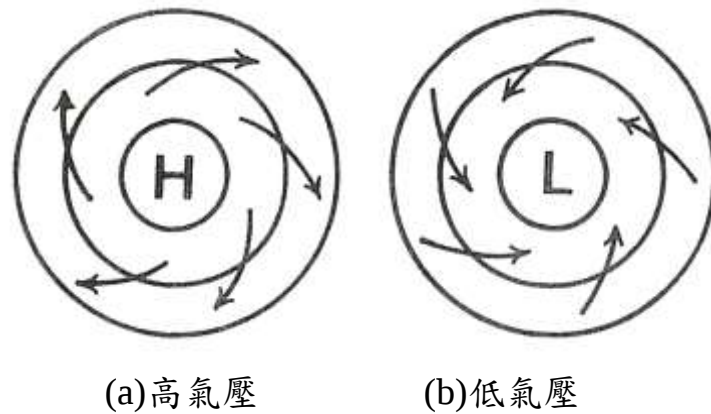


圖 3-1 北半球之高低氣壓的水平氣流特徵(箭頭表示風的流向)

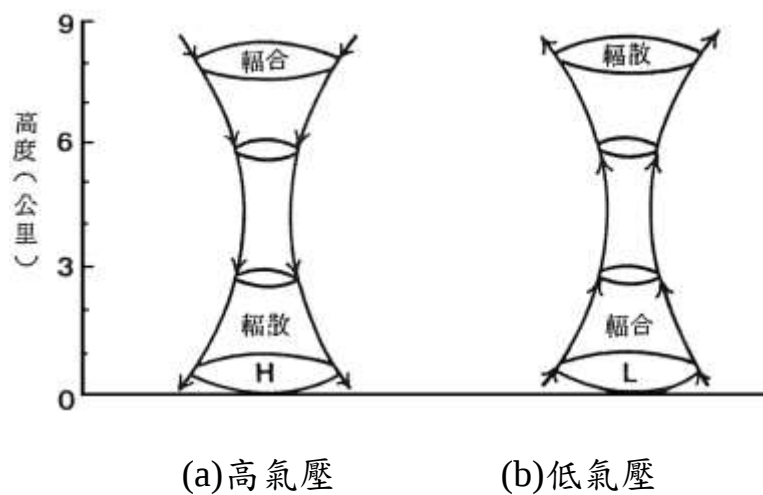


圖 3-2 北半球之高低氣壓的垂直氣流特徵(箭頭表示風的流向)

有時候，因為高氣壓的勢力不夠深厚，氣流向外輻散效應較微弱，此時在高氣壓之上空又有利於雲雨發展的條件或由外圍移入雲雨，雖位處地面高氣壓中心附近，則仍將出現陰雨的天氣。

反之，有時在低氣壓中心附近，卻仍有出現晴朗天氣的可能；因為發生降水現象的基本要件有兩項：(1)上升運動，(2)充沛的水氣，地面低氣壓的存在，雖然可提供上升

運動，但大氣必須要有充沛的水氣方能帶來降水現象；假若大氣十分乾燥，沒有充足的水氣配合，低壓中心附近一樣會是晴朗的天氣。

由上所述，一個地方天氣現象的產生，均是多項氣象因素或天氣系統配合在一起而造成的，只憑地面高氣壓或低氣壓的配置，就要去判定天氣的好或壞是不夠的。

8、同樣是高氣壓，為何太平洋高壓造成晴朗炎熱的天氣，而大陸高壓則帶來寒冷的天氣？

兩者所伴隨天氣現象之差異，主要是因高氣壓源地不同所致。太平洋高壓源自太平洋海域，此區域一般而言較暖和且潮溼，尤其夏季時(太陽直射北半球)，是太平洋高壓最活躍的時期。當太平洋高壓籠罩臺灣時，氣流沉降作用明顯，水滴容易蒸發成水氣，不容易形成雲雨，而使臺灣呈現晴朗炎熱的天氣。大陸高壓是源自西伯利亞，此地區相當平坦且寬廣，有利於冷空氣的堆積，加上輻射冷卻相當強烈，於是地面長期以來均為冰雪所覆蓋，所以盤踞在此地區的氣團非常寒冷且乾燥。當大陸高壓南下時，即將北方較寒冷的空氣輸送到臺灣，而為臺灣帶來冷颼颼的天氣。

9、何謂鋒面？鋒面過境臺灣時，一定會下雨嗎？

所謂鋒面(front)是指兩種不同性質氣團的交界面。鋒面這個名詞在第一次世界大戰時首先被提出，其意義與戰線相似，而且還有更相似之處，即大部分的天氣擾動均發

生在鋒面上。因此，鋒面上的天氣是相當的不穩定，常有下雨的現象；但若鋒面結構不好且水氣不充沛，則不見得會下雨，因此，當鋒面過境臺灣時，不一定會下雨。

10、各地的高、低氣溫是如何預報？

目前大部分的預報作業是利用電腦的高速運算能力，透過數值天氣預報模式來模擬大氣未來的可能變化；在運算過程中，氣團的厚度、水氣的多寡及當地的地形、風速及雲量等局部地區效應，都會考量在其中，進而求得各地的最高溫及最低溫。

然而受限於數值天氣預報模式對於部分物理現象、地形仍有掌握不足的地方，例如：無法分辨出峽谷等複雜地形等，透過比對模式過去預報與觀測資料的差異，可以再利用統計方式提高其預報準確度，如：模式輸出統計(Model Output Statistics；MOS)、誤差校正(Bios Correction)等統計方法；最後，經由預報人員綜合各項觀測及預報數值，決定各地高低溫的預報。

11、冬天晴朗夜晚之溫度為什麼比有雲時還低？沙漠地區晚上為什麼特別冷？

冬天的大氣溫度一般均比較低，夜間時由於地表長波輻射作用(即散熱效果)，將地表於白天所吸收的熱量輻射回外太空，而使地表面溫度降低。當天空有雲層覆蓋時，則會阻礙長波輻射的進行，使降溫速度得以減緩，所以冬天夜晚的地面氣溫，在晴朗時比有雲層時來得低。

而沙漠地表的物質清一色均是比熱甚小的沙子，其熱傳導特性為吸熱與散熱速度均甚快，因此白天太陽的短波輻射作用，使沙子之溫度迅速上升；同理，夜間地表的長波輻射亦使沙子溫度快速下降。故沙漠地區日夜溫差甚大，晚上特別冷。

12、大氣的溫度為什麼隨高度之增加反而遞減？

地球的熱量主要是來自太陽的輻射能。這股強大的輻射能穿過大氣層，部分能量即被臭氧層(離地面約 30 公里)所吸收，大部分的能量則繼續穿越大氣層到達地面。穿透過程中除了受水氣、二氧化碳及其他氣體吸收少許能量外，幾乎全部用來加熱地表面及海洋。由於受重力影響，空氣的密度越近地面越大，於是空氣之重量隨高度之增加而遞減。由此可知，熱源與含蘊熱量的空氣分子都以大氣底層為多。因此在對流層(地表以上約 10 公里)中，溫度是隨高度增加而快速遞減。此外，大氣中含有水氣的多寡也會影響溫度隨高度下降的程度，水氣含量越多，溫度下降的程度越小。在完全不含水氣的乾燥大氣(實際大氣非如此)中，每上升 1 公里約下降 10°C ，就實際大氣的平均狀態而言，每上升 1 公里約下降 6.5°C 。

13、都市的氣溫為何比郊區高？

由於都會區的人口不僅眾多而且密集，又因工商業快速發展且建築物林立，同時家庭、工廠、汽機車排放熱源與懸浮污染廢氣常充斥整個都市。建築物比熱較低，白天

吸收太陽輻射熱能使環境溫度升高，排放熱源亦使溫度升高，夜晚建築物所散發之輻射熱能易受這些懸浮污染物質吸收與包覆，使都市的溫度與周圍環境隔絕。因為這包覆阻隔了大氣環流的自然調節，於是造成都市氣溫明顯偏高現象。過去曾經從人造衛星的紅外線影像中發現城市與周邊地區的溫度有著很明顯的差異，城市就好像在周邊地區中間的一個浮島，因此也稱此現象為熱島效應。

14、臺灣在什麼天氣型態之下較容易下雨？

大氣中的垂直運動是決定降雨與否的重要因素，隨著季節的不同，大氣中垂直運動的成因也跟著改變，因此形成不同的降雨機制。

東北風季節(9 月底至翌年 4 月底)，臺灣中部以北及東部地區易受冷鋒面的影響，此時冷空氣抬升暖空氣的垂直運動可形成降雨，稱為鋒面雨；位於臺灣的東北部地區，在東北風吹拂下，空氣受地形抬升及摩擦力的雙重作用，也容易在該地區發生垂直運動而成雲致雨，是典型的地形雨。

梅雨季節(5 月至 6 月)，臺灣各地區皆受滯留鋒面的影響，此時垂直運動來自不同氣團的空氣輻合，加上西南氣流帶來的豐沛水氣，不但可持續性降雨，更容易發生豪大雨。

颱風季節(7 月至 10 月)，臺灣受熱帶氣旋(颱風)的雲雨帶影響，此時垂直運動來自颱風本身的對流運動，易發生豪大雨及風災，其降雨的區域則隨颱風的移動而變動。

相對於無颱風影響時的夏季午後，由於太陽輻射加熱效應，使局部大氣產生旺盛對流，則易出現雷陣雨，其發生地區以盆地地形的臺北市、臺灣中南部及山區為主。

15、什麼是西北雨？有哪些特點？什麼是太陽雨？

所謂「西北雨」是臺灣最常見的夏季午後雷陣雨，其特徵為經常伴有閃電、雷聲、強陣風、驟雨，即其雨勢通常來得快，而時間也不會持續太久，且降雨範圍常有區域性。至於西北雨名稱的由來，一說是因其雨勢急、猛，好比獅、豹般兇猛，「獅豹」的閩南語發音有如「西北」，故稱「西北雨」；另說是臺灣人多半來自福建，福建西北方多山，夏季午後因日射增暖而易產生雷雨，當地人認為此較強、較急雨勢來自西北，而稱為「西北雨」，臺灣人沿襲此名稱。

「太陽雨」一般是指降雨和陽光同時出現，如午後雷陣雨即將結束或颱風來臨前，最容易發生。此時雲層並非布滿天空，陽光仍然可以照射部分地面，而且此雲種多為可降水性的積雲，往往造成降雨和陽光同時出現的特殊景象。不過嚴格來說，氣象上並無「太陽雨」這名詞。

16、為什麼夏天時臺灣西半部地區容易有午後雷陣雨發生？又在西部山區較平地更易發生？

臺灣夏季盛行西南季風，自南海引進溫暖潮溼的空氣，若因氣溫明顯升高或氣流遭遇山脈而爬升，便容易發展旺盛的對流作用而造成雷陣雨。西半部地區平原廣闊，

每當在中午前後達到最高氣溫，促發對流作用，並在下午造成午後雷陣雨的現象；而在西部山區除了有氣溫升高的情況外，又加上氣流升坡作用，因此較平地更易發生午後雷陣雨。臺灣東部地區則因一方面處在西南氣流的背風區，另一方面東部平原狹窄又有海洋調節作用，使得氣溫不致上升太高，所以較不易發生午後雷陣雨的現象。

17、臺灣常見的霧有那幾種？如何生成？發生在何季節？

臺灣的霧一般發生在冬季至春季之間，亦稱霧季。霧的種類很多，但臺灣最常見的霧有兩種，為輻射霧及平流霧。(1)輻射霧：在晴朗無雲的夜晚或清晨，當風速很微弱，地面空氣相當穩定且有充分水氣時，由於地面迅速之散熱作用，使低空中之水氣冷卻而凝結成小水滴，懸浮於近地面之大氣中，即為輻射霧。(2)平流霧：當暖溼空氣流經較冷之海面或陸地時，其低層空氣因冷卻而凝結成平流霧。

18、海面上的風力及風浪是如何預報？

一個地方風力的大小是要看氣壓梯度的大小而定，而氣壓梯度的變化與天氣系統的移動有著密切的關係，因此，天氣系統的型態及動態是風力預報的主要考量。海面上風力的預報步驟與天氣預報是一樣的，須依據數值模式所提供的天氣系統型態及動態，掌握氣壓梯度的未來變化，進而決定風力的強弱。例如在冬季，當大陸冷氣團南下時，臺灣附近的氣壓梯度將變密集，此時海面上的風浪將會增強；同樣的，在夏天，當颱風逼近時，海面上的風

浪亦會增強，這是因為颱風中心的氣壓值極低，造成颱風周圍的氣壓梯度相對地變大。此外，我們常會發現雖然颱風中心離臺灣還有一段距離，但是在臺灣附近海域的風浪會較平時為大，應特別注意。

除了考慮上述的氣壓梯度因子之外，必須同時參考海面上現有的觀測資料、當地海域的地形及周圍環境的變化、波浪模式的客觀預報結果，加以綜合研判，如此方可得到準確的風力預報。

19、為什麼臺灣夏天盛行西南氣流，冬天盛行東北季風？

由於陸地與海洋的比熱不同，兩者吸熱及散熱的速度即不同。冬天的時候，大陸較海洋冷，所以陸地上空氣密度較大，氣壓也比海洋高，因此風由大陸吹向海洋，夏天情形剛好相反。這種隨季節變化轉變方向的風就是季風。

季風以亞洲南部及東部最為顯著，臺灣位於歐亞大陸的東南部，季風亦顯著。夏季時，地面受太陽加熱後，溫度升高，亞洲形成一個廣大的低壓區，導引印度洋上的空氣吹向陸地，這種氣流在亞洲稱為西南季風，因此臺灣在夏天盛行西南氣流。冬季時，冷高壓在亞洲大陸上發展，大陸高壓南下，到達臺灣時，即帶來東北季風。

20、氣象雷達和氣象衛星對天氣預報有何貢獻？

氣象雷達可估算降水回波的位置及強度，觀測降水回波外，還可估算3度空間的風場。新型的都卜勒雷達更可監測各種劇烈天氣(如豪雨、雷暴、冰雹、龍捲風、颱風等)

的動態，對於提高短期天氣預報的預警時間，以及水利單位的洪水預警，將有極大助益。

氣象衛星所接收的雲圖基本上可分為可見光、紅外線和水氣頻道3種。通常天氣系統在衛星雲圖上經常會有獨特的雲型和雲頂溫度高低的特徵，這些特徵可作為研判降水多寡的指標。在可見光雲圖中，雲圖的亮度與降水的多寡成正比，即雲層的亮度越亮，降水的機率就越大。依據紅外線雲圖所顯示的雲頂溫度之高低，可用來研判對流系統發展的強度及高度。而水氣頻道雲圖則顯示中上層大氣的運動及水氣的多寡。因此，氣象人員可以透過上述不同頻道雲圖動態的分析，來辨認導致豪(大)雨之對流系統，從事颱風中心之定位及強度估計，以及追蹤研判寒流動向等。

雖然氣象雷達可觀測的範圍遠較氣象衛星為小，但因觀測掃描的時間較短且較具彈性，所以觀測次數較密集，解析度比氣象衛星為大，能觀測大氣細微的現象，對於劇烈天氣系統可較易為預報人員所掌握。而氣象衛星因涵蓋的範圍較廣，可用以監測延綿數千公里的天氣系統，對於中尺度及綜觀尺度的天氣系統亦有監測之功能，兩者皆是現代氣象預報作業不可或缺的工具。

21、何謂聖嬰現象？對全球及臺灣天氣(氣候)有何影響？

在赤道東太平洋海域，每年聖誕節前後會有一股從赤道往南的季節性暖洋流，流經南美洲的厄瓜多及祕魯沿岸，當地漁民稱這種季節性的洋流或沿岸短暫的海水溫度

上升之現象為聖嬰(El Niño)。聖嬰(El Niño)為西班牙語「上帝之子(Christ Child)」之意。此種現象一般會持續幾個月而已，此時沿岸的魚群減少很多，漁民們利用這段期間暫停出海捕魚，修理漁具，和家人團聚。通常每年這種高海溫現象在 2、3 月間即會終止，進入 3 月以後，附近海域再度為由南極北上的冷海水所籠罩，大量的魚群又回到該海域，港口因捕魚漁船之出入又恢復活力。但是有幾年，因偏暖海溫一直持續下去，大量的魚群並沒有回來，漁民漁獲量受到嚴重損失，這種持續的暖海溫甚至會影響到全球氣候。現在科學上已將太平洋赤道地區廣大海域內之海溫異常現象通稱為聖嬰現象。當赤道東太平洋的海溫比該季節的氣候值持續偏暖達 6 個月以上甚至 18 個月時，科學家稱之為聖嬰現象暖期，此時聖嬰現象之開始時間就不一定在聖誕節前後了。聖嬰現象因與大氣環流南方振盪(Southern Oscillation)的變化有連帶關係，又統稱為聖嬰暨南方振盪(El Niño Southern Oscillation)，簡稱為 ENSO。

聖嬰發生後對全球氣候變化的影響，除對低緯度地區東、西太平洋沿岸國家帶來異常或劇烈的天氣變化而導致災害外，嚴重的時候，甚至可影響到地球上其他地區。較明顯的影響有：南美洲(巴西南部、秘魯、厄瓜多等)之豪雨，中太平洋沿岸赤道地區之降雨量增加，澳洲、印尼、菲律賓、衣索匹亞及非洲南部可能會有乾旱發生，美國西海岸風暴亦增多，俄羅斯的暖冬，非洲東部地區會較冷，加拿大西南部通常也較暖和。中國大陸亦可能受其影響，出現強烈寒流、豪雨或乾旱等災害。至於對臺灣天氣的影

響，根據研究顯示，聖嬰顯著的次年，臺灣春雨有偏多的趨勢。此外，聖嬰發生時，西北太平洋颱風生成的位置較往年偏東，一旦有機會接近臺灣，颱風強度也會比較強。

22、中央氣象局為何需要發布長期天氣預報？氣象局如何製作長期天氣預報？

近年來由於整個社會發展趨於多元化，各行各業受天氣與氣候的影響日愈顯著，各界對較長時間天氣預測的需求也日益殷切，因此長期天氣預報已成為天氣預報作業中重要的一環。因時間尺度之不同與大氣可預測度問題，時間愈長則準確度相對降低，且長期預報不能詳細預測大氣運動之瞬間狀態，即不能如短期預報提供逐日天氣預報，僅能預測未來期間的平均狀況。雖然長期預報有其極限，但至少長期預報可以指出變化之趨勢，如氣溫之偏暖或偏冷、雨量之偏多或偏少等，提供農、林、漁、牧、工、商各業及公、民營事業與政府相關部門，作為營運規劃之參考。再者，對於異常氣候所產生之氣象災害，若有準確的長期預報以事先預警，則能提前因應減少生命財產的損失，並保障國家經建成果，由此可知長期預報之重要性。

目前中央氣象局所發布的長期天氣預報包括月長期天氣展望以及季長期天氣展望，所使用的預報方法是以統計模式和動力模式的預報資料為主，綜觀大氣環流型態為輔。月長期天氣展望於每週五發布 1 次，季長期天氣展望則於每月月底發布 1 次。月長期天氣展望預報內容為描述未來 1 個月逐週的天氣趨勢，以及逐週各地區氣溫與雨量

預報。季長期天氣展望預報內容為描述未來 3 個月逐月的天氣趨勢，以及逐月各地區氣溫與雨量趨勢。

23、中央氣象局如何將氣象資訊傳達給使用者？

中央氣象局傳播氣象資訊的方式包含：

- (1)經由電視臺、電臺、報社等傳播媒體報導：中央氣象局將最新氣象資訊傳送各新聞媒體，再由各媒體加以報導，或由電視公司派出採訪車到中央氣象局，立即採訪報導。颱風警報期間，則透過記者會傳播最新颱風動態資訊。
- (2)166(華語)、167(臺語、客語及英語)使用者付費氣象語音專線電話：提供最新的天氣概況、各地的天氣預報及各項災害性天氣訊息。
- (3)氣象諮詢專席電話(02-23491234)：使用者可隨時利用此電話(使用者付費)諮詢最新的氣象消息，以及颱風警報、豪雨特報、低溫特報等災害性天氣訊息。
- (4)全球資訊網站(<http://www.cwb.gov.tw>) 及生活氣象 APP：使用者可透過網路獲得即時天氣資訊、天氣預報、觀測資料及氣象常識等。
- (5)Facebook 粉絲團專頁：目前中央氣象局設有「報天氣」、「報氣候」、「報地震」及「報天文」四個粉絲團專頁，其中「報天氣」專頁除了提供天氣警特報資訊、天氣小幫手及天氣週報等產品，天氣顯著轉變或是重要節慶前，都會發布口語化的說明圖文。
- (6)氣象「簡訊」：透過手機，將災害性天氣特報或地震訊息，傳送給特定的防救災人員及媒體記者。

- (7)氣象資訊傳真回覆系統(Fax On Demand, FOD)：民眾可利用傳真機撥號(使用者付費)至較近的 FOD 系統(020303166)，自行取得所需的最新氣象資訊。
- (8)點對點氣象防災資訊服務系統：主動地對中央與各縣市政府兼有防、救災任務的消防單位及水利單位，提供最新氣象資訊。
- (9)災防告警細胞廣播系統(Public Warning System, PWS)：當中央氣象局發布「大雷雨即時訊息」且研判可能有致災性大雷雨現象，或是針對颱風暴風範圍之威脅區域發布「強風告警即時訊息」時，除了透過網路、手機簡訊、電視臺插播蓋臺方式傳遞訊息，也會透過「災防告警細胞廣播系統」將訊息傳送至當地民眾的手機。
- (10)無線電廣播：與臺灣地區各區漁會合作，透過其所屬之 11 處漁業通訊電臺，播報漁業預報資料、颱風動態及災害性天氣特報訊息，供漁民參用。
- (11)國際航行警告電傳廣播(NAVTEX)：每日提供英文海面氣象分析與預報資料予基隆海岸電臺進行 NAVTEX 廣播，另提供中文海面氣象資料以方便本國籍船舶接收使用，英文廣播頻率為 518 kHz，中文廣播頻率為 490 kHz。

四、災害性天氣

1、什麼是災害性天氣？臺灣有哪些災害性天氣？

天氣是因各種範圍大小不等、生命期長短不一的天氣系統，在其生長、移動、消散等過程中，通過一地所表現出來的現象。每個天氣系統都有其特性，強弱亦不相同，因而反應出來的天氣當然也不一樣。當它發展特別強盛時，出現的天氣就相當劇烈而顯著，如冬天主控天氣的大陸冷氣團其強度甚強時，就會帶來低溫和強風，造成寒害與風害。有的天氣系統本身就很強烈，如颱風、龍捲風，只要一出現就有災害發生，像這些能造成災害的劇烈天氣，都稱為災害性天氣。

氣象法第二條第十二款所規定之災害性天氣係指可能造成生命或財產損失之颱風、大雨、豪雨、雷電、冰雹、濃霧、龍捲風、強風、低溫、焚風、乾旱等天氣現象。其中臺灣最大的氣象災害為颱風所帶來的，除此之外，梅雨季節豪雨造成的水災，冬天寒潮(俗稱寒流)帶來的寒害，及因長期不下雨形成的乾旱等，都是臺灣經常發生的災害性天氣，因此颱風、梅雨、寒潮及乾旱，常被稱為臺灣的四大災害性天氣。

臺灣由於受氣象因素影響而導致的直接財物損失，平均每年約達新臺幣 190 億元，其中約 82%的損失係由颱風災害所造成，由梅雨所導致者略多於 12%(12.3%)，而寒害及乾旱各略少於 5%(約 4.7%)及 1%(約 0.7%)，其它氣象因

素如強風、龍捲風、冰雹及海水倒灌等造成者占約 0.1%，顯見颱風和梅雨對臺灣所造成的災害最為嚴重(上述資料統計為民國 74 至民國 106 年)。

2、什麼是颱風？對臺灣有什麼影響？

颱風是熱帶氣旋的一種，也就是在熱帶海洋上所發生的強烈低氣壓，當熱帶氣旋近地面中心附近最大風速達到或超過每秒 17.2 公尺（約每小時 62 公里）時，就稱它為颱風。

根據統計平均 1 年約有 3 到 4 個颱風侵襲臺灣，侵襲期間經常造成強風、豪雨、淹水、山崩、坍方、土石流、暴潮、海水倒灌等災害。臺灣因災害性天氣所造成的直接財物損失，颱風就佔了約 82% 左右，但颱風也是臺灣重要的水資源之一，如果沒有颱風帶來雨量，將可能導致臺灣地區容易發生缺水現象。

颱風影響臺灣天氣甚鉅，關於颱風更深入的介紹、以及其對臺灣影響的詳細說明，請參閱中央氣象局另一專書【颱風百問】。

3、中央氣象局在什麼情況下會發布颱風警報？民眾如何應用警報資料？

颱風警報可分為海上颱風警報及陸上颱風警報兩種。當中央氣象局預測颱風之 7 級風暴風半徑在未來 24 小時內，將侵襲距臺灣本島、金門、馬祖或澎湖周圍 100 公里以內的海域時，即發布各該海域之海上颱風警報；當

中央氣象局預測颱風之 7 級風暴風半徑在未來 18 小時內，將侵襲臺灣本島、金門、馬祖或澎湖陸地時，即發布各該地區之陸上颱風警報。

中央氣象局發布颱風警報時，通常天氣還未轉壞，而中央氣象局之所以提早一段時間發布消息，主要是希望民眾能及早做好各項防颱準備工作，以減少生命財產之損失。所以民眾得知颱風警報訊息時，建議參考下列步驟，採取防範措施：

- (1)首先需瞭解住所或欲前往之地方，是否在颱風之警戒區域內。
- (2)檢修屋頂、門窗及牆壁，以免漏雨；保持排水溝之暢通，以免積水；剪修花果樹木，屋外懸掛之招牌要釘牢或取下。
- (3)準備蠟燭、火柴、電池、食物及飲水，以防斷電、停水及缺糧。
- (4)住在沿海或低窪地區之民眾，儘早遷往安全地區，以防淹水、山洪暴發、山崩、海水倒灌及房屋倒塌。
- (5)隨時收看電視、收聽廣播、查閱氣象資訊服務網站或 166、167 氣象服務電話(使用者付費)，以掌握最新的颱風動態，並且注意中央與地方政府防災單位所發布之資訊與建議。

4、大雨、豪雨特報的雨量分級為何？

現行大雨、豪雨特報的雨量分級係參考各防救災單位採取應變處置作為的雨量警戒值及行動值而制訂，詳細分級定義如下：

- 1.大雨特報：大雨指 24 小時累積雨量達 80 毫米以上，或時雨量達 40 毫米以上之降雨現象。
- 2.豪雨特報：豪雨指 24 小時累積雨量達 200 毫米以上，或 3 小時累積雨量達 100 毫米以上之降雨現象。若 24 小時累積雨量達 350 毫米以上者，或 3 小時累積雨量達 200 毫米以上之降雨現象，稱之為大豪雨；若 24 小時累積雨量達 500 毫米以上稱之為超大豪雨。

此外，對於未達特報之連續性降雨或未能事先掌握的突發性降雨，在研判有致災之虞時，中央氣象局將輔以即時天氣訊息方式提醒。惟因各地對雨量承受度不同，致災性也會不同，在使用上要瞭解各自所在位置之環境特徵。

5、什麼是梅雨？臺灣之梅雨是如何形成？

梅雨是東亞地區獨特的天氣與氣候現象，主要是發生在日本、臺灣與華南的春末夏初，該期間雨量特別豐富，並且適逢長江中下游一帶之梅子成熟時期，故稱梅雨(中譯英 Mei-Yu；plum rains；日譯英 Baiu)。又因該期降水多呈持續性，空氣潮溼，物品易發霉，故亦稱霉雨(mold rains)。

梅雨之所以只發生在東亞地區之主要理由，乃因東亞為全球季風最顯著的區域，冬季盛行東北季風，夏季盛行西南季風，在春末夏初的過渡季節，由東北風與西南風會合形成近似滯留的梅雨鋒面(如圖 4-1)，導致連續性或間歇性下雨，間或夾帶豪雨。臺灣梅雨期發生在 5 月至 6 月，日本發生時間較臺灣約落後半個月，長江中下游則約落後 1 個月，此種時間上之落後現象，乃因梅雨鋒面的平均位

置隨西南季風之逐漸增強而北移所致。

事實上，由於大氣環流逐年不同，以致每年之梅雨期亦有很大的差異。中央氣象局為了提醒民眾和有關單位及早做好防災準備，自民國 83 年起，特訂定每年的 5～6 月為臺灣的梅雨季，藉此配合相關單位加強防災宣導，以預防及減輕梅雨誘發的豪雨所導致之災情。

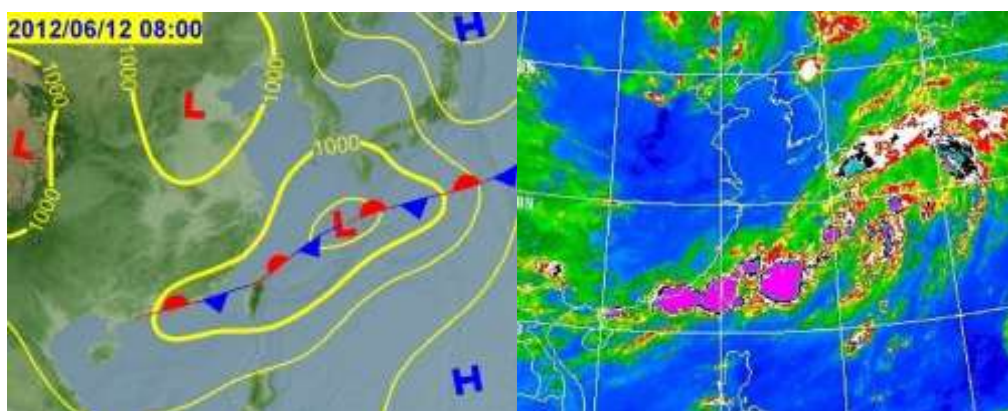


圖 4-1 臺灣梅雨期間地面天氣圖與紅外線雲圖

6、梅雨對臺灣有哪些益處及危害？

梅雨對臺灣的正面價值(利益)及負面衝擊(危害)，已深受社會大眾與氣象界的重視。

臺灣除東北部之外，其他地區多屬冬乾的氣候類型，加上各水庫容量小，春季若無適量的降雨則乾旱現象隨即發生。臺灣梅雨季平均降雨量為 400～600 毫米，約占年雨量的 1/4，為大自然解除春季旱象的最有效方式。即使春季有正常的降雨量，但若該年梅雨不顯、乾梅或空梅(沒雨)，就會發生乾旱現象。所以，梅雨季適時適量的降雨，在水資源應用上具有重要的正面價值。

梅雨季降雨的負面衝擊，即其導致的災害損失，是時有所聞的。例如，臺灣(特別是中北部)第 1 期稻作之成熟期適為氣候上的梅雨季，若出現連續性的下雨則將影響收割，並導致穀粒脫落發芽；至於其他作物，亦會遭受損害。對農業而言，連續下雨已是一種災害性天氣，若有豪雨則災情當更加嚴重。近年來，臺灣已漸由農工並重轉型為工商並重，由於工商發達、經濟繁榮、人民富裕，劇烈天氣導致的災害損失亦隨之增大。梅雨季的豪雨導致的重大暴洪災害，如民國 70 年桃竹地區的「528」水災、73 年臺北地區的「63」與「610」水災、82 年苗栗及臺中地區的「62」水災、94 年的「612」水災、95 年的「69」水災、101 年的「0610」水災及 106 年的「0601」水災等氣象災害事件，至今令人記憶猶新。

7、何謂雷暴？如何發生？如何防範雷擊？大雷雨發生前或發生時，為何在地面會出現強陣風？「大雷雨即時訊息」發布管道？

「雷暴」是雷雨的別稱，是由積雨雲所產生之地方性風暴，經常伴有閃電、雷聲、強烈陣風及大雨，偶或有冰雹或龍捲風。

雷雨係在大氣極端不穩定狀況下所產生的劇烈天氣現象。按天氣形勢之不同，大致可分為鋒面雷雨和氣團雷雨兩種：(1)鋒面雷雨是因動力因素所造成，即溼空氣被鋒面抬升，引起強烈對流而產生的，雷雨常出現在鋒面附近，在鋒面前方亦時有所見。(2)氣團雷雨又稱熱雷雨，大

多發生在夏季的午後，主要是因為熱力作用所產生的。白天由於太陽輻射使局部地區空氣發生對流不穩定，因而發生雷雨，此種雷雨多屬局部性。

至於防範雷擊的方法：(1)都市及人口密集的郊區—建築物大多有避雷設備，故相對較為安全，但建築工程等仍應注意；(2)空曠區(例如農田、草原、平地)—避免成為相對突出點，應離開水田，採低姿態，不可躲在樹下、大石頭旁或獨立樹；(3)山區—離開山頂，並採低姿勢；(4)海邊、游泳池—非純水之水體為電的良導體，故應迅速離開水池、水邊及沙灘。

大雷雨發生前或初發生時，在地面之所以會出現強陣風，乃因產生雷雨的積雨雲中不但有旺盛的上升氣流，而且還有因降雨而產生的下降氣流(稱為下衝氣流)。當雷雨發生前或初發生時，大量冷空氣形成的下衝氣流到達地面後，即會在地面形成水平強陣風。

臺灣地區的雷雨發生急促，常伴隨有劇烈降雨、落雷閃電、強陣風或冰雹，常造成民眾生活不便與災害。中央氣象局自民國 105 年 5 月 1 日起啟動「大雷雨即時訊息」發布作業，並於 106 年 6 月 2 日首度透由「災防告警細胞廣播(PWS)」以及電視臺蓋臺推播的方式發布「大雷雨即時訊息」，即時警示警戒區內民眾注意，提供各級防災單位、媒體及民眾快速而及時之氣象資訊，掌握最佳應變時機，以利採取適當因應與防災決策。

8、什麼是龍捲風？有哪些特點？

龍捲風是一種小範圍的猛烈旋風，裏面的空氣繞著一近似垂直軸迅速旋轉。從遠處看，彷彿一個灰色的漏斗或象鼻。它是從積雨雲底向下伸出，此種下垂雲到達地面之處，有大量的塵沙及碎屑捲到地面以上 100 多公尺垂直範圍內。在地面，漏斗雲的寬度一般約半公里，偶爾也可達 4、5 公里。

龍捲風的生命期很短，在臺灣平均歷時不足 10 分鐘，但其破壞力非常可觀，此乃因強勁的風力、龍捲風內外之氣壓相差很大以及很強的上升氣流所致。因此龍捲風所經過的地區，經常使建築物縱然不被掃平，也會受到嚴重的破壞。

9、什麼是寒流？寒流如何形成？

在冬季，強烈的大陸高氣壓常可帶來寒潮，俗稱寒流。它是大陸冷高壓驟然南移，使來自北方的極冷空氣加速潰流的結果，除使前緣產生激烈的冷鋒天氣，如強風、陣性降水、沙暴、塵暴之外，最大特色就是氣溫猛降。目前中央氣象局作業上採用之寒流定義為：當臺北市平地之日最低溫低於 10°C (含)以下時，即認定冷空氣強度達到「寒流」等級。

至於寒潮爆發時之天氣型式則為西高東低型(圖 4-1)，亦即日本東方海面及北太平洋一帶為低氣壓所盤踞，而中國大陸全為寒冷的高氣壓所籠罩，在這種天氣圖之型態下，冷空氣較易南下。

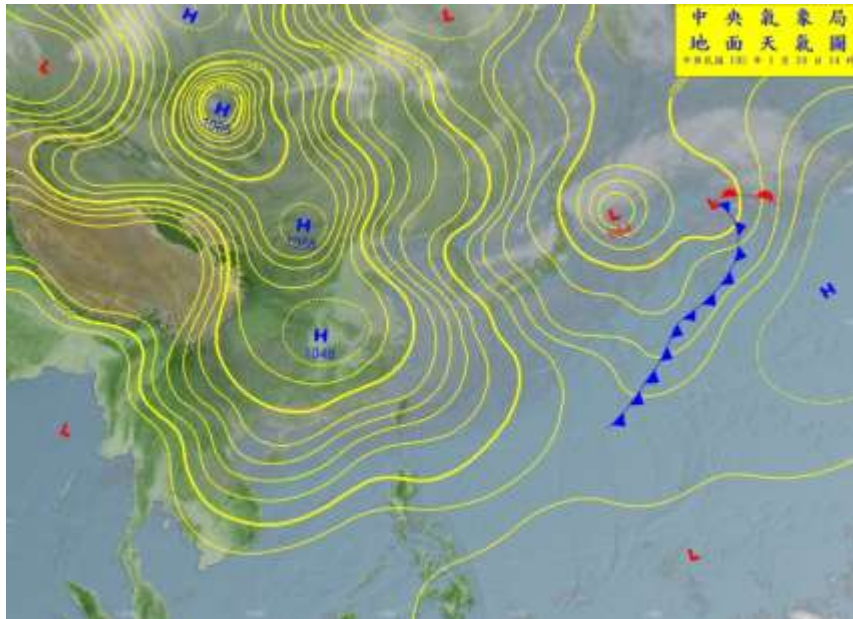


圖 4-2 寒潮爆發時之天氣型式(西高東低型)

10、寒流對臺灣會造成哪些危害？農漁業應如何採取防範措施？

寒流所帶來的顯著天氣現象包含強風和低溫。寒流來襲時氣溫驟降，溫度的劇烈變化常誘發心血管疾病，造成寒流期間猝死案例頻傳；而冷空氣帶來的低溫也容易引發呼吸道相關疾病。因此當寒流開始影響時，請務必做好保暖工作，並注意起床時及進出室內外時的溫度差異，避免身體瞬間承受忽冷忽熱的環境變化，同時也要多留意抵抗力較弱之長者、嬰幼兒及心血管疾病患者的健康情形。

除此之外，寒流來襲時，許多民眾為了保暖常在緊閉門窗的狀態下使用瓦斯熱水器，造成一氧化碳中毒、或是使用電暖器時不慎引發火警意外造成憾事。因此寒流影響期間在保暖的同時，仍請留意室內通風，使用瓦斯熱水器及電暖器具時亦應注意安全。

當寒流侵襲臺灣及附近海域時，除了使各海面出現強風巨浪之外，並常使農作物及果樹遭受凍害、霜害和風害，甚至枯死、凋萎或發育不良，對於養殖漁業亦可造成嚴重的損害。因臺灣受寒流侵襲時，各地之最低溫度常降到 10℃ 以下，此種低溫並常持續 3、4 天之久，所以對於不耐寒之養殖漁業，除應妥善越冬管理外，應按行政院農業委員會公告的養殖漁業防寒須知（<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=20885>）加強防寒措施如下：

- (1)搭蓋防風棚：利用深溝並於北側搭蓋防風棚，且棚蓋與水面之角度應小於 30 度，加強越冬溝之保溫、防寒及加溫等設備，以保持水溫。
- (2)養殖密度不宜太大：養殖數量雖因環境之條件及養殖之種類而有差異，但不得太密，例如虱目魚在越冬溝內的蓄養密度，以每立方公尺在 1.3 公斤以下為適宜。
- (3)寒流來襲時，儘量避免有驚動魚塭內魚群之行為，例如：投餌、換水及無謂地開關水車。也盡量避免因擾動水體，致水溫下降。
- (4)投餌料：在氣溫回升、暖和之日，方可依情況酌投飼料。
- (5)疾病防治：寒流來襲後，浮於水面之魚體須馬上撿除，防止水質惡化。
- (6)寒流侵襲或停滯時，應注意水溫降低之速度，水溫若低於 15℃ 時，應採緊急措施，如加溫以提高水溫，俾減輕死亡。

至於農糧產業部分，依據行政院農業委員會歷年公告之防寒措施新聞稿整理如下：

- (1)稻作部分：一期稻作育苗階段的秧苗綠化應覆蓋透明塑膠布或不織布來保溫，唯覆蓋塑膠布，在晴天無風時需適時掀開塑膠布降溫與通風，以避免塑膠布內溫度升高，熱傷秧苗；未插秧田區於寒流來時應暫停插秧，私稻品種較不耐寒，應於寒流過後再行插秧。二期稻作對於低溫比較敏感之品種，宜提早於 7 月下旬種植，避免水稻插秧延後時，常在孕穗期至乳熟期遭遇到低溫或季風影響，造成稻穀充實不良情形，影響米質與產量。水稻幼穗分化期至抽穗期間，對低溫較敏感，如遇低溫預報，可加高稻田灌溉水深度（水的熱容量大，降溫慢），俟天氣溫暖時再將水排出，適度減輕低溫寒害。
- (2)果樹部分：加強包裹樹幹、果實套袋及表土覆蓋等防寒設施，冷氣團過境時，實施果園噴水，另增施鉀肥，以增加作物耐寒力，香蕉、鳳梨、蓮霧、木瓜、柑橘尤須留意。對已受害之果樹，應行修剪寒害枝條與葉片及疏花、疏果等措施。另寒流期間南臺灣之芒果常正值盛花期，此時應注意果園樹勢管理，以提昇樹體本身的抵抗能力；在果樹受風面設立防風林，並善用防風牆等防寒措施。
- (3)蔬菜與瓜果類部分：對較不耐寒之蔬菜與瓜果類作物，應設置防風牆、防風罩、塑膠布或選用稻草或不織布直接覆蓋，採畦溝灌溉方式，以達保溫防寒效果；未採收瓜果，則以套袋處理，避免寒害。
- (4)花卉部分：除搭設塑膠棚溫室等設施加強保護外，種苗苗圃應加強畦溝灌溉或以塑膠布直接覆蓋，以達保溫防寒效果，田間酌量增施鉀肥，以增加耐寒力。

(5)茶樹部分：當寒流來襲前及時在樹冠上覆蓋 PE 塑膠布、遮陰網等覆蓋物或撒上薄層稻草，地面敷蓋有機資材，保護茶樹。

(6)網室環境下，可將側邊捲揚式塑膠布放下進行防風保溫。密閉溫室環境下，可視作物需要及效益考慮採取室內加溫的方式，以減輕作物受寒程度。

11、什麼是乾旱？臺灣的乾旱是如何形成？

乾旱是指一段時期異常偏乾，也就是和氣候平均狀態相比雨量異常偏少。科學上通常把乾旱分為氣象乾旱、農業乾旱、水文乾旱三種。氣象乾旱是指一段時期的雨量或雨日異常偏少，農業乾旱乃是因雨量過少造成土壤異常偏乾或作物生長異常，水文乾旱則是因雨量過少出現地表逕流和河川流量異常偏少的現象。由於不同地方的氣候特性不同，定義的標準須因地制宜。乾旱與乾季不同，乾季指在氣候上少雨之季節而言，例如臺灣中南部冬季時因處於東北季風背風區，因而乾燥少雨，是為乾季。形成乾旱的成因如下：

(1)大氣環流異常

大氣環流異常為臺灣乾旱的主要成因。每年2至4月影響臺灣之成雨系統主要為在臺灣附近生成的低壓、滯留鋒、鋒面及颱風型降雨；若此時，大氣環流異常，這些降雨系統型態不顯或未能抵達臺灣附近時，則各地雨量銳減，西南部地區所受影響最鉅。因西南部歷經少雨的秋冬乾季後，若無適當春雨補充，則累積之缺水危害就更嚴

重。而 5、6 月之梅雨、7 至 9 月之颱風是臺灣重要的水資源來源，若該年遇上空梅、或颱風降雨明顯偏少的情況，即可能造成缺水危機。

(2)海水溫度異常(聖嬰，El Niño)

「聖嬰」源自於西班牙語 El Niño，字意是上帝之子的意思，係指東太平洋赤道附近海面的海水溫度異常升高之現象，會對全球各地氣候造成不同程度的影響。(關於聖嬰現象較詳細的說明可參見「三、天氣預報」「21、何謂聖嬰現象？對全球及臺灣天氣(氣候)有何影響？」)

聖嬰現象除對熱帶地區之東西太平洋沿岸國家，帶來異常或劇烈天氣並導致災害外，甚至常牽連到地球上其他地區。至於聖嬰現象對臺灣的影響，根據研究顯示，顯著的聖嬰及反聖嬰事件均會影響臺灣雨量，顯著聖嬰事件的次年，臺灣春雨有偏多的趨勢；聖嬰發展年的秋季及反聖嬰的夏季臺灣雨量偏少的機率較高，此時若其他時間降雨不夠，可能會使得臺灣發生乾旱。

(3)氣候變遷

眾多的國內外研究均指出，在全球暖化的背景下，雖然對總降水量的影響不顯著，卻有大雨頻率增加、小雨雨日減少雙重趨勢，除會加劇洪澇的威脅外，亦會增加乾旱發生的頻率。

12、乾旱對臺灣會造成哪些危害？

乾旱屬氣象災害的一種。乾旱時會導致糧食減收，地下水源、河川、水庫缺水，而造成民生、灌溉、工業及水

力發電等用水之短缺，甚至容易發生森林火災、農業病蟲害、海水滲透所產生之鹽害等災情。近幾年因水庫水源區的過度開發、水土保持不佳，乾旱後豪大雨可能造成大量土沙流入並淤積於水庫，減低水庫的蓄水能力。

臺灣的乾旱現象，以中南部地區較顯著而頻繁，發生頻率為冬季大於夏季，南部大於中部。以民國 103 年 9 月下旬至 104 年 5 月中旬乾旱事件為例，一期稻作停灌休耕面積為有紀錄以來的第二大，抗旱緊急應變層級提升至中央，最嚴峻的時候石門水庫水位不到四分之一，民生用水甚至進入到第三階段、採取分區輪流供五停二的限水措施，影響民眾生活甚鉅。

13、什麼是落山風？落山風是如何形成的？

在冬季，當東北季風盛行的時候，位於臺灣南部的屏東枋山、楓港至恆春一帶，常出現持續性的異常強風，此稱之為落山風。例如民國 85 年 4 月 19 日至 23 日，在強烈大陸冷氣團侵襲下，恆春地區連續颳了 5 天的強風(在此期間，臺灣東部由地面至 2,000 公尺高空均吹著強勁的東北風)，其中在 21 日最大風速每秒曾高達 29.3 公尺(相當於 9 級風)，農作物不是傾倒，就是枝葉變成焦黑，損失慘重。

從臺灣的地形來看，中央山脈由北向南延伸至恆春半島，到了枋山以南地勢低降，平均高度均在 1,000 公尺以下。由於東風層深厚，不受地形阻擋，可越過中央山脈南端，沿著山谷西側坡度下衝，在枋山、楓港至恆春一帶造成強勁的下坡風，當地居民稱此種風為落山風。落山風出

現期間，恆春地區氣溫不僅未明顯上升，反而有下降的現象，與焚風(火燒風)的成因截然不同。

14、什麼是焚風？焚風是如何形成？

沿著山坡向下吹的乾熱風叫焚風，俗稱火燒風。當氣流越過山脈時，在迎風坡上空上升冷卻，起初是按乾絕熱直減率降溫(即平均每上升 1 公里，溫度約降 10°C)，當空氣溫度達到飽和狀態時，水氣凝結，氣溫就按溼絕熱直減率降低(即平均每上升 1 公里，溫度約降低 $5\sim 6^{\circ}\text{C}$)，大部分水氣在山前(迎風坡)成雲降落。越過山頂後，空氣沿背風坡下降，基本上按乾絕熱直減率增溫(即每下降 1 公里，溫度約升高 10°C)。因此，過山後的空氣溫度比山前同高度上的空氣

溫度要高得多，溼度也小得多。如圖 4-3 所示，山前原來氣溫為 20°C ，相對溼度為 73%

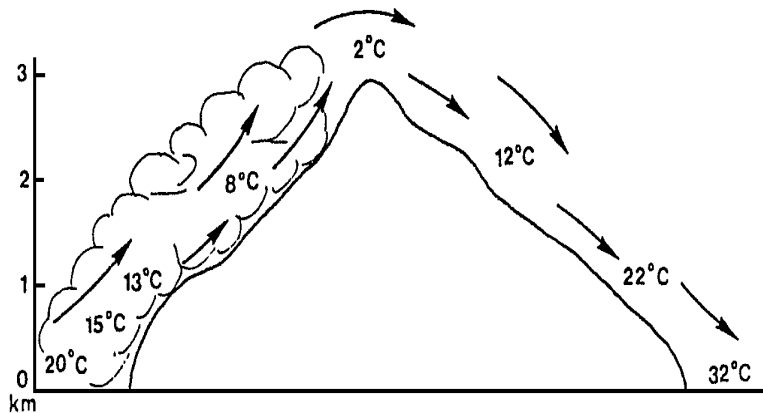


圖 4-3 焚風形成示意圖

；當氣流沿山坡上升到 500 公尺高度時，氣溫降為 15°C ，達到飽和，水氣凝結。然後按溼絕熱直減率平均每上升 1 公里，降低 $5\sim 6^{\circ}\text{C}$ 的速度，到山頂(3,000 公尺)時氣溫約為 2°C 左右。越過山頂後，沿背風坡下降，按乾絕熱直減率增溫。當氣流到達背風坡山腳時，氣溫可增加到 32°C ，而

相對溼度減小到 15%。由此可見，焚風吹來時，氣溫迅速增高，溼度顯著減小，而有乾熱如焚的現象。

15、中央氣象局在何種情況下會發布「高溫資訊」？應如何防範？

臺灣屬於海島型氣候，氣溫雖受海風調節，但於夏季太平洋高壓籠罩、暖區移入、颱風靠近或西南風時常有局部高溫發生。而在全球暖化及都市化的環境變遷背景下，近年地面氣溫更屢創新高。較常發生高溫的區域大致歸納有臺北盆地、中彰及雲嘉近山區、臺南高雄近山區、屏東地區及花東縱谷等地(如圖

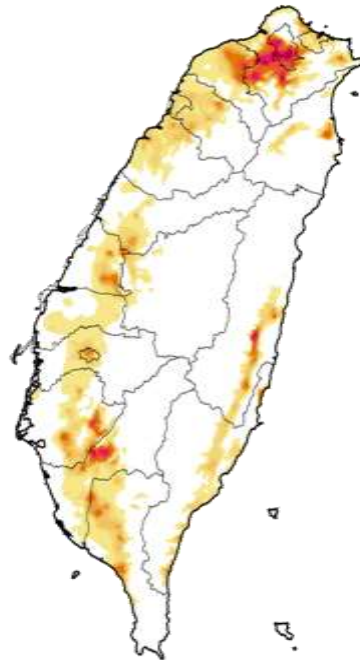


圖 4-4 臺灣較常發生高溫分布圖

中央氣象局於 106 年底邀請中央政府相關機關及縣市政府，一同研商取得共識後，於 107 年 6 月 15 日開始發布「高溫資訊」。

「高溫資訊」中的「高溫」係指地面最高氣溫上升至攝氏 36 度以上之現象，依據觀測或預測之氣溫高低與延續情形，區分為黃燈、橙燈、紅燈 3 等級：

黃燈：氣溫達攝氏 36 度以上。

橙燈：氣溫達攝氏 36 度以上，且持續 3 天以上；或氣溫達攝氏 38 度以上。

紅燈：氣溫達攝氏 38 度以上，且持續 3 天以上。

高溫時應減少戶外活動及勞動，避免劇烈運動、注意防曬、多補充水份、慎防熱傷害；室內保持通風及涼爽，適時採取人體或環境降溫的方法，如搧風或利用冰袋降溫等；並適時關懷老人、小孩、慢性病人、肥胖、服用藥物、弱勢族群、戶外工作或運動者，減少長時間處在高溫環境。

16、臺灣在何種情況下會發生強風？應如何防範？

臺灣地區在秋冬季節東北季風盛行、春夏季節旺盛對流雲發展、颱風或熱帶性低氣壓接近影響時，都容易有強風發生。當有海上強風發生時，可能會影響航行船隻的安全，故應盡量避免從事海面上的航行及作業；當陸地上出現強風時，常使得未妥善固定的物品被吹飛或吹落，例如強風造成鷹架倒塌傷及路人的事件時有所聞；有時瞬間強陣風也會直接影響騎士或行人的用路安全，因此當有強風情形發生時，應盡量注意安全或減少外出。

17、中央氣象局在何種情況下會發布颱風強風告警訊息？應如何防範？

臺灣夏、秋季節常受颱風侵襲，有鑑於颱風暴風圈內

之劇烈強風常威脅民眾生命與財產安全並造成損失，中央氣象局自 107 年颱風季開始，在颱風影響臺灣期間，針對未來 2 小時將受 12 級(風速 32.7~36.9 m/s)平均風或 14 級(風速 41.5~46.1m/s)陣風以上風力影響之陸地區域，發布「颱風強風告警訊息」，透過災防告警細胞廣播(PWS)與網頁、電視媒體推播等管道提供即時警示，提醒警戒區內的民眾注意。將受颱風強風影響之民眾應儘速進入堅固處所避風，以保障安全。

18、什麼是瘋狗浪？何種情況下最容易發生？

「瘋狗浪」只是臺灣民間的俗稱，泛指民眾在海邊被突發性大浪襲擊，導致其受傷或死亡，這突發性大浪如同瘋狗一般亂咬人，令人防不勝防。

目前對於突發性大浪的發生機制還不清楚，也無法確定預報瘋狗浪何時何地會發生。依據中央氣象局統計資料顯示瘋狗浪多發生在東北季風盛行及西北太平洋有颱風活動期間，發生區域則以東北角海岸發生次數最多，其次為北部及東部海岸。

瘋狗浪好發地點則為直立海岸的礁石、直立壁上近海面的平臺、海堤邊面海的消波塊、燈塔附近防波堤及海底礁石甚多的海灘，例如東北角龍洞海岸、北海岸的外木山海岸、碧砂或八斗子漁港的防波堤、宜蘭的內埤海灣等。

當中央氣象局發布「長浪即時訊息」時，在上述瘋狗浪好發地點岸邊活動之民眾應特別注意自身安全，另外，中央氣象局全球資訊網備有多部海氣象宣導短片提供民

眾瀏覽，藉由正確地瞭解海洋基礎科普知識，提升自我防災意識，保障海域活動的安全。



圖 4-5 龍洞海岸



圖 4-6 基隆潮境公園

五、氣象應用

1、臺灣的氣候條件對乳牛產奶量有影響嗎？為什麼臺灣夏天的鮮奶價格比冬天貴？

臺灣夏季的天氣比較炎熱而潮溼，依據研究顯示，這種氣候使得原產於溫帶的乳牛容易發生「熱緊迫」，造成其生理機能的紊亂，並使其生育能力低落，對乳牛的懷孕—分娩—泌乳等生理現象，均有不利之影響。同時，臺灣夏天高溫潮溼的環境，使乳牛體內的「熱負載」有增加的趨勢，進而影響其攝食量和產乳量，甚至影響其生乳組成分的含量。基於這些因素，使得臺灣夏季生乳的總產量明顯地減少，以致無法充分供應市場上的需求。

相反地，臺灣冬天的氣候對乳牛的生理代謝無不良之影響，乳牛的生育亦正常。因此，冬天是臺灣生乳的豐產期。另外，冬天因市場上的需求量減少，導致臺灣夏天的鮮奶價格較冬天貴。

2、降雨量多寡會影響農作物的生產量嗎？

農作物生長的基本條件是充足的水分，一旦所需水分不足時，便會影響其發育及生產量。這是否意謂著水分愈多對農作物的生長會愈有利？卻又不盡然，因為農作物的需水量必須視其種類、生長環境、生長階段及栽培狀況的不同而有所差異。依據研究，不同類型作物之需水量各有差異，譬如：水稻、小麥等作物之需水量較玉蜀黍、甘蔗

、高粱等作物為多。

因此若是降雨分布不平均而形成淹水或旱象時，農作物生長亦會受影響。在雨季期間，若出現連續陰雨或下大(豪)雨時，排水不良地區的農作物除會發生水害外，亦會對農作物造成不同程度之災害，例如：水稻會產生倒伏、稻穀穗上發芽現象，授粉期之果樹則會發生授粉不良，蔬菜則因浸水而根系受損或植體腐壞。相反地，假使久旱無雨又缺乏完善的灌溉設施時，將導致土壤中可被作物吸收利用之有效水分更加減少。乾旱程度較輕者，作物會逐漸呈現凋萎，嚴重時，則會枯死。整體而言，前述2種情況對農作物的生產量均有不利的影響，惟所導致之災害損失，通常無法事先預估出來。

3、農業生產為什麼會有豐收年與歉收年？

農業生產主要受品種遺傳特性及環境因子的影響，前者隨著科技的進步及育種方面的成果，已有優良品種陸續問世；後者主要包括氣候條件、栽培技術和土壤性質等。其中氣象因子在自然環境中的變動雖有規律可遵循，但常會受一些未知因子的影響而產生變化。因此，在環境因子中，以氣候條件最難以掌控，並且很難事先有百分之百的精確預報。

在影響農業生產量的因子中，除了氣候條件外，其他因子可用人為的方法加以控制，以獲得理想的農業生產量，「適地適作」即是由此而產生。氣候條件方面，僅有研究性質的小區域面積或是溫室設施栽培可採用人為控

制外，其他得依賴自然環境中的大氣變化了。當氣象因子有利於農作物的生長與發育，同時又風調雨順的話，配合適當的栽培管理方式，農業的生產量將會隨之增加，想有個豐收年並非難事。相反地，當氣象因子不利於農作物的生長與發育時，往往栽培管理技術困難度較高，作物生產量自然易受影響。一旦又遭遇氣象災害時，所產生的災害損失將隨受害程度的不同而異。如果災害輕微的話，首當其衝的是農業生產量的減少。倘若災害嚴重的話，無法避免歉收，且很可能血本無歸。俗云：「農業是靠天吃飯的行業」，由此不難知道其緣故了。

4、日照的長短在農業上之應用有哪些？

在自然環境中，植物的生長、花芽的形成、開花、結果等，常受日照長短的影響。依據研究，將植物對日照長短之反應，可分類為短日性、長日性、中性及中間性植物等，此日照長短對植物的開花生理頗具重要性，因此其在農業上廣被利用來調節作物的生長、開花及產期等，亦即以人工光源來改變自然環境中日照的長短，使之符合作物栽培上的需求。在此簡略介紹幾個例子供參考：

- (1)調整開花期—在自然狀況下，長日植物多在春、夏季開花，短日植物多在秋、冬季開花。早期為了參加花卉比賽或展覽，乃依據其日長之需求加以處理，促使其花期能提前或延後，以利於參賽或展示。演變至今，花卉及水果常基於市場需求及經濟利益，應用此技術進行產期調節。以

常見之秋菊為例，其為短日植物，花期在 10 月至 12 月。若以短日處理的話，可使其花期提早於 5 月至 9 月，使人們在一年 4 季中都可以買到菊花，大大地提升其經濟價值及用途。水果則以長日植物-火龍果為例，正常產期為 6 到 10 月，過了這段時間，日照不足、溫度變低，經常無法順利開花結果。因此，秋冬進行電燈照光措施，延長日照時間以催花結果，此產期調節技術使臺灣可全年供果。

(2)在育種方面一常因不同品種開花期不同，而難以進行雜交工作，這時可用長日處理或短日處理，調整其開花期，使之一致。此外，由於育種工作既費力又費時，常需花費多年方能獲得新品種。以水稻為例，在部分 1 年無法種植兩期作之地區，如欲育出一新的品種，約需 6 年至 10 年的時間。為了縮短試驗的年限，則可利用光期的技術加以處理，使 1 年能收成 2 次，並能獲得理想產量的種子。另外，亦可將此技術應用於鑑別作物之適栽期，例如引入一新品種時，可應用光期處理的技術，以決定該品種是屬春播型或秋播型。

5、栽培嫁接梨應考慮哪些氣候條件？

臺中市東勢區及和平區是臺灣生產嫁接梨的專業區，其原生梨樹，一般均已有一、二十年的樹齡，屬老樹種，以致其產量已達極限，品質亦非上等，為了改進此缺點，於是農政單位自日本青森縣引進新的梨穗回臺嫁接，經過近年來的努力，已有相當的成效。但裁剪梨穗時，一

般均在冬天，而赴日擔任此任務的我方人員，常遭遇日本下大雪的天氣，以致無法工作，且延誤梨穗回臺寄接之時間，對果農的栽培及管理工作是相當大的考驗。又梨穗寄接之後，梨樹生長的氣溫以 15°C 為宜，當低於此溫度時，梨穗將無法成長甚至無法結果，而正成長的梨果亦將因受凍而掉落，所以東勢地區的果農對每年 12 月至翌年 2 月期間，臺灣中部地區及日本的氣溫變化及其預測相當的重視，其原因即是如此。

6、風力發電機的運轉是否會受颱風襲臺影響？

一般風力發電機能夠應用的風速值落在 3~25 m/s，當風力發電機上的測風儀器測到 12~25 m/s 時，會透過調整風機的葉片傾角，來維持一定的額定輸出發電量。而風速值大於 25 m/s 時，在發電策略上會使風力發電機停機，是為了避免風機的部件受到外力毀損，即停止運轉。中央氣象局對於颱風的強度劃分為輕度颱風(17.2~32.6 公尺/秒)、中度颱風(32.7~50.9 公尺/秒)及強烈颱風(51 公尺/秒以上)。因此，颱風來襲時，風力發電機上的感測器觀測到風速值大於 25 m/s 時，風力發電機會自動煞車關機，並且自動旋轉葉片傾角至 0 度以降低受風面積。反之，在颱風侵襲期間風速值小於 25 m/s 時，風力發電機依然可以正常運轉。

7、太陽能板架設方位與臺灣地理環境的關係？

臺灣的太陽方位四季會有些許的變化，雖然都從東邊升起西邊落下，但會因季節、時間的不同有些微的差距。臺灣位於北回歸線上，緯度為 23.5 度，太陽由東方升起後行進軌跡會在臺灣南方，所以架設時將面板朝南可獲得較高效益。

太陽能光電系統可分為固定式系統與追日系統，以臺灣而言，固定式系統架設仰角 0 度在夏天會有最高輸出的電力，冬天在 47 度，春秋分則為 23.5 度，而固定式系統通常以全年平均產出為架設設計導向，故臺灣發電業者設置仰角大多設定在面向南 19~23.5 度，以獲得最大日照及發電效益；追日系統架設成本相較固定式系統高，但追日系統會隨著時間讓太陽能板與太陽光保持垂直，使其在單位面積內能夠吸收最多太陽能，以獲得更高的發電效益。太陽能系統架設時，除確定方位角與傾斜角的同時另需考慮環境及模組排列之遮陰等因素，以確保太陽能系統發電效益最佳化。

8、氣象資訊可以應用在哪些方面？

氣象和人們的生活息息相關，一般民眾的食衣住行育樂，社會各行業的生產及經濟活動都可能受到天氣及氣候的影響。對於這些受氣象因素影響的產業及活動，氣象資訊可以提供決策輔助，有利於建立應變調適能力，避免災害損失，甚至增加獲益。

世界氣象組織(WMO)近年大力推動「全球氣候服務框架(Global Framework for Climate Services; GFCS)」，號召透過國際合作，實現氣候服務的目標。GFCS 全球氣候服務的基本架構，包括「觀測和監測」、「研究、模擬和預測」、「氣候服務資訊系統」及「用戶銜接計畫」等 4 個部份。目的是希望透過發展和合作將具有科學基礎的氣候資訊和氣候預測實際應用到各種領域，使各領域內所訂出的政策具有能力管理和減低氣候變異(Climatic variability)和氣候變遷(Climatic change)所帶來的風險，也有能力適應受氣候變遷影響後的環境。依據 GFCS 規劃，農業（糧食安全）、水資源、公衛（人身健康）與防災等，是氣象與氣候資訊跨領域服務應用之 4 大優先主題。

此外，行政院國家永續發展委員會積極推動之「國家氣候變遷調適政策綱領與行動計畫」中的 8 大調適領域，包括災害、水資源、維生基礎設施、能源與產業經濟、海岸、農業生產與生物多樣性、健康、土地使用等，也是氣象資訊應用服務的重要領域。目前中央氣象局提供的氣象資訊應用範圍已相當多元，除一般日常生活應用外，也逐

步應用於交通、防洪、土石流等災害預警，於農林漁牧產業生產調配與防災應變，於水資源調度管理，以及於能源產業運作與發電量管理等。

聯合國世界氣象組織－全球氣候服務框架要素(GFCS)

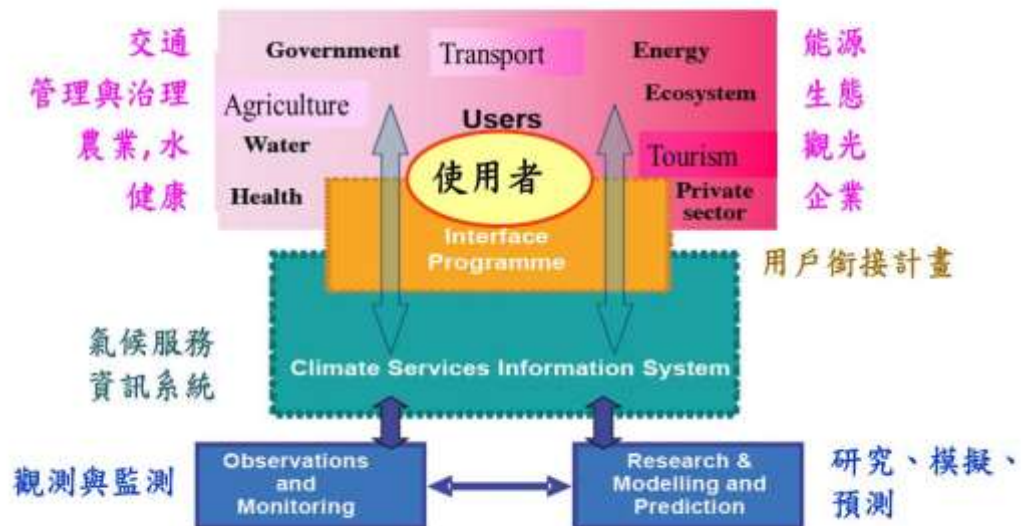


圖 5-1 GFCS 全球氣候服務的基本架構。

六、全球變遷

1、何謂全球變遷？

全球變遷是全球環境變遷的簡稱，包括氣候變遷、大氣化學成分的變化、陸地及海洋生物生產力的變化、水資源變化及生態系統的變遷等。造成這些變遷的原因可能是自然的因素，也可能是人為的。由於全球變遷的範圍甚廣，中央氣象局參與監測的是與大氣相關的部分，主要包括溫室效應、懸浮微粒、臭氧層及酸雨等。

2、目前宇宙的平均溫度是幾度？

根據科學家的推估，宇宙於 100 億至 200 億年前形成，當時的溫度約為攝氏 10^{39} 度，溫度非常地高。經過長期擴張及冷卻後，目前整個宇宙的平均溫度已降至零下 270°C ，變得非常地寒冷。而地球自 46 億年前形成以來，一直不斷地變遷，幸好地球附近有太陽提供能量，所以地球的平均溫度較宇宙的平均溫度為高。如果沒有太陽的話，地球的溫度也應是零下 270°C ，生物將無法生存。

3、地球的大氣層可以提高地球的表面溫度嗎？

地球的表面溫度，是由地球吸收太陽的可見光短波輻射和地球放射的紅外線長波輻射所決定。地球若無大氣層存在，根據輻射平衡理論，計算得到的地球表面的溫度應該是零下 18°C ，這是非常不適合生物生存的環境。然而目前實際觀測的結果，全球的平均溫度是較適合生物居住的

15°C。從零下 18°C 至 15°C 相差了 33°C，這是由於地球大氣層所造成的。

4、何謂大氣的溫室效應？

大氣的主要成分為氮(N₂)和氧(O₂)，約占大氣總含量 99%以上，其他氣體均屬微量。太陽短波輻射進入地球時，大氣層幾乎可以讓它穿透過去。但是，地球放出的紅外線長波輻射，卻會遭到大氣層中微量氣體的選擇吸收，有部分的輻射會再反射回到地球。大氣中因為有這些微量氣體選擇吸收了地球的長波輻射，並保存部分輻射能，而使地球溫度升高，就像一個大溫室，這種作用稱為大氣的溫室效應。

5、大氣中會造成溫室效應的氣體包括哪些？

大氣中會造成溫室效應的氣體有數十種，其中最重要的有水氣(H₂O)、二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、臭氧(O₃)、氧化亞氮(N₂O)，碳鹵化合物(Halocarbons，如 CFCs，HCFCs，HFCs)等。大氣中若這些氣體含量增加，則大氣的溫室效應即會增強，大氣保存的能量也隨著增加，因而會造成全球溫度上升。在溫室氣體中，水氣是非常重要的，其含量和天氣系統有密切關係，它隨時間、空間變化很大，受人為影響較小，且平均壽命只有 10 天左右，故以全球及較長尺度而言，其濃度變化不大。另外，臭氧是非常不穩定的氣體，其在大氣的含量會因人為的影響而改變，要準確估算其含量需要密集且精密的觀測，目前的資料顯示，離地面高約 20 餘公里的平流層臭氧正在緩慢減

少，而靠近地面會產生溫室效應的對流層臭氧則正在逐年增加。生命期長達數 10 年以上且穩定的溫室氣體，包括二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、碳鹵化合物等。它們能在對流層內混合，所以只要有一些測站，即能對這些氣體做有效的觀測及分析。自從人類工業革命以來，因經濟活動、產業建設以及化石燃料的使用，已使大氣中溫室氣體的濃度產生明顯的增加，其中最重要且影響最大的就是二氧化碳濃度的急速增加。

6、近年來大氣中溫室氣體的濃度變化情形如何？

在 19 世紀工業革命之前，當時全球二氧化碳的平均濃度約為 280ppm(ppm 為百萬分之一)，1958 年美國在夏威夷的毛納羅亞(Mauna Loa)火山，首先建立二氧化碳濃度監測站，當時的濃度為 315ppm，至 2016 年 9 月已增至 401.03ppm。從工業革命至今 100 餘年間，大氣中二氧化碳的增加量已超過 40%。甲烷在大氣的增加率也非常快，工業革命之前，大氣中甲烷的濃度為 0.7ppm，目前已達 1.8ppm。氧化亞氮則從 0.28ppm 增至 0.31ppm。碳鹵化合物則從零增加至目前的萬億分之數百。根據最新的研究，在人為排放的溫室氣體中，二氧化碳對溫室效應影響最大約占 45%，其次甲烷 20%，再者為臭氧 17%，然後是碳鹵化合物 13%，以及氧化亞氮的 5%，其他氣體則影響很小。

7、近年來全球平均氣溫變化情形如何？

根據美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)數據顯示，最近 6 個世紀以來，以 20 世紀的溫度最高，2010 年代則是

有溫度紀錄以來地球氣溫最高的 10 年，其中 2016 年是有現代氣象儀器觀測以來地球年平均溫度最高的 1 年，2015 年則為次高的 1 年。大多數學者認為，全球暖化與人類活動造成溫室氣體增加有密切關係。依據聯合國「跨政府氣候變遷小組(IPCC)」於 2018 年 10 月發布的 AR6 特別報告，觀測到的 2006-2015 年全球地表平均溫度較 1850-1900 年平均溫度上升約 0.87°C ，估計人為因素導致的暖化約為每十年增加 0.2°C 。在許多陸地區域的暖化高於全球暖化程度，包括北極地區暖化情況比全球平均高 2~3 倍，而陸地的暖化程度大於海洋。

8、全球暖化會對環境造成什麼影響？

若全球平均溫度增高的情形持續下去，將導致南極大陸、格陵蘭等地的冰川融解，另外海水也會因溫度升高而產生熱膨脹的情形，這些皆會導致海平面平均高度升高。依據聯合國「跨政府氣候變遷小組(IPCC)」發表的「2013 年氣候變遷報告(AR5)」指出，到 2100 年，全球平均氣溫增高最少在 0.3 到 1.7°C (暖化減緩的情境)，最多在 2.6 到 4.8°C (溫室氣體高度排放的情境)，海平面可能上升 26 到 82 公分。全球海平面上升將會造成海岸線的後退，導致許多陸地消失，居民流離失所。海水淹沒沿海低窪地區後，鹽水還會入侵內陸，使原來肥沃的農地鹽化，污染了日漸不足的淡水資源等。全球暖化除了會導致海平面上升外，也可能會造成氣候的變遷，包括極端氣候事件，如旱災、水災的增加、颱風頻率與強度的增加及受災區地點之移動

、雨量的變化以及生態平衡的改變等。

依據聯合國「跨政府氣候變遷小組(IPCC)」於 2018 年 10 月發布的 AR6 特別報告，說明在 2100 年之前，能將全球暖化限制在 $+1.5^{\circ}\text{C}$ 對人類和自然生態系統有明顯的益處。若依目前的增暖速率，推估大約在 2030~2052 年間就會達到暖化 $+1.5^{\circ}\text{C}$ 的門檻。若要將暖化幅度限制 $+1.5^{\circ}\text{C}$ 之內，2030 年全球的二氧化碳排放量應比 2010 年的排放量少 40%~60%，並在 2045~2055 年達到「淨零排放」，這表示需要經由從空氣中去除二氧化碳來平衡剩餘的排放。

9、懸浮微粒及雲層在大氣輻射中扮演什麼角色？

由於大氣中溫室效應氣體的濃度一直持續增加，所以全球的溫室效應亦會增強，許多學者認為這是導致全球暖化的原因。但是，大氣層及地球之間的交互作用其實是很複雜的，溫室氣體的增加會導致全球暖化，而大氣中的懸浮微粒及雲層反而會反射太陽輻射，這對全球溫度具有冷卻的作用。人類的活動不只產生溫室氣體，還製造了大量的懸浮微粒，它們產生冷卻作用，對大氣輻射的效應與溫室氣體的作用正好相反。懸浮微粒是飄浮在空氣中的微小顆粒，直徑在 0.001 微米(10^{-6}m)至 10 微米之間，有自然及人造的。自然的懸浮微粒有火山灰、塵灰及海鹽等。人造的懸浮微粒有工業灰塵、煤煙、硫酸鹽及硝酸鹽等。對流層內懸浮微粒的生命期大約只有 1 週，因生命期較短，能被傳送的距離不長，大多散布在污染源附近的區域。因此，它的分布是區域性的，而非全球性的。如果發生彗星

撞地球或核子戰爭等重大事件，則懸浮微粒的影響可能是全球性的，將嚴重影響全球的氣候與生物的生存。另一個影響氣候的重要因素就是雲層的輻射作用，雲量的少許變化所造成的輻射作用與溫室氣體的溫室效應相當。一般而言，低雲層傾向冷卻對流層，但高雲層則具有增溫作用。如果沒有雲層，全球的氣候可能更暖和。近年來，經由衛星的觀測，科學界對雲層與輻射關係的瞭解與日俱增，但仍相當有限。

10、近年來全球氣候有異常現象嗎？

最近一次最具威力的聖嬰現象從 2015 年 3 月開始，2015 年 11 月最強盛，2016 年 5 月結束，然後進入弱反聖嬰時期，一直持續到 2016 年底。聖嬰現象除了影響海洋生態和漁民生計外，對全球影響最大的就是天氣與氣候，它讓該下雨的地方不下雨，不該下雨的地方卻出現大洪水。自從 2015 年 3 月聖嬰現象發生以來，全球許多地區都出現反常的天氣與氣候，不斷刷新紀錄。2016 年是有氣象紀錄以來全球最溫暖的 1 年，在中央氣象局 100 多年觀測紀錄中，2016 年也是臺灣溫度最高的 1 年(平均 24.40℃)。不只如此，2016 年 7 月全球均溫達 16.67℃，是從 1880 年人類開始有可靠的氣象統計數字以來，地球最熱的 1 個月，也可能是 600 年來最熱的 1 個月。除了高溫之外，該下雨的地方不下雨，不該下雨的地方下起豪雨。例如秘魯北部沙漠在 1997-1998 年超級聖嬰事件中，就因為豪雨不斷，竟然出現了近 2,000 平方公里的湖泊。中國大陸長江

流域在 1998 年的夏天，出現 44 年來最大的洪水。多雨的赤道西太平洋，則發生乾旱和森林大火，造成嚴重的災害。劇烈的天氣(如豪雨、龍捲風、超級颶風)也在全球各地發生，估計全球災害損失超過美金 100 億元以上。聖嬰現象不完全只會造成災害，如果氣候預報正確而防範又得宜的話，就可以減低所造成的損失，甚至獲得利益。例如秘魯利用聖嬰年改植水稻；美國加州預先進行防範措施；中央氣象局 1998 年春雨預估正確，減少政府休耕補助支出及為臺電節省燃料費等。但氣候預報變數仍太多，目前還未到達理想的程度，未來中央氣象局將增加氣候方面的觀測與研究，希望能提高預報的準確率。

11、臺灣百年來氣候的變化如何？

臺灣的氣象觀測已有 100 多年歷史，分析這些資料可以瞭解臺灣氣候變化，簡述如下：

- (1)臺灣長期氣溫變化有增暖現象，根據 1898 年至 2016 年臺灣 13 個平地站年平均氣溫顯示，上升趨勢為每 10 年上升 0.13°C ；都會區暖化趨勢較明顯，近 30 年(1987 至 2016 年)為每 10 年上升 0.2°C 。
- (2)臺灣近百年來的雨量沒有明顯增加或減少趨勢，但下雨天數有明顯減少的現象，亦即降雨強度明顯增強。

12、大氣臭氧層目前狀況如何？

臭氧含有 3 個氧原子，它是一種活潑、不穩定、具有刺激性氣味的氣體，它在大自然中含量很少，但是卻很重要。地球上大部分的臭氧存在於離地面 20 到 30 公里的大

氣中，我們稱之為臭氧層。臭氧層會吸收太陽光中大部分有害的紫外線，它可以保護地球上的生物避免紫外線的傷害。但在 1985 年時，科學家們發現地球南極上空的臭氧層，在每年的 9、10、11 月變得非常稀薄，好像臭氧層破了一個大洞似的，稱之為「臭氧洞」。此外，也發現世界各地的臭氧層比以前稀薄，如果臭氧層持續被破壞，則到達地面的紫外線會增加，使人們得到皮膚癌或眼睛方面疾病的機會也將增加。為了拯救臭氧層，世界各國開始商討對策，並於 1987 年在加拿大的蒙特婁市，共同簽了一個保護臭氧層的議定書，我們稱之為「蒙特婁議定書」，規定各國不可再使用會破壞臭氧層物質（例如：氟氯碳化物）。由於大家共同的努力，現在臭氧層被破壞的情形雖仍然存在，但已經較為緩和。根據中央氣象局的資料顯示，近幾年臺灣上空臭氧層稀薄化的情形也較不明顯了。由於臭氧層破壞物質在大氣中至少可以存在 50 年，所以在未來數十年中，我們仍將看到「臭氧洞」的出現。但只要我們不使用破壞臭氧層物質，臭氧層就會逐漸恢復成原來的面貌。

13、中央氣象局臭氧及紫外線之觀測情形如何？

中央氣象局自民國 54 年起於臺北開始觀測臭氧總量 (Total Ozone)，當時使用的儀器為陶伯森臭氧分光儀 (Dobson Ozone Spectrophotometer)。1985 年起，引進自動化作業的布魯爾臭氧分光儀 (Brewer Ozone Spectrophotometer)。1991 年將臺北的布魯爾臭氧分光儀增

加紫外線觀測的功能，並於臺灣東部之成功氣象站，增設 1 部同型的布魯爾臭氧分光儀。1997 年在臺北再增設一部雙分光儀之最新型布魯爾臭氧分光儀。目前中央氣象局布魯爾臭氧分光儀的觀測資料，每月皆傳送至加拿大的世界臭氧及紫外線輻射資料中心(World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Center)，並與其交換資料。為維護資料品質，每年亦聘請加拿大原廠技師來局做校驗及維護的工作。除了臭氧總量的觀測外，中央氣象局於 1991 年在板橋探空站裝設一套臭氧探空系統(Vaisala Ozone sonde System)，開始每月 2 次的臭氧探空垂直剖面觀測。另外，蘭嶼背景大氣站亦監測環境背景的臭氧濃度，全面性的了解臺灣地區的臭氧變化。

中央氣象局的紫外線觀測作業自 1997 年 7 月起，提供紫外線指數之相關資訊提醒民眾預防紫外線輻射以及可能對人體造成的傷害。2013 年 4 月起與行政院環境保護署合作，共同整合紫外線監測服務（中央氣象局 20 站與環境保護署 14 站），提供民眾查詢全國各地（包含離島地區）紫外線「即時測報、今日最大值、歷史資料」等訊息，以掌握更完整的紫外線指數資訊。

14、何謂酸雨？

水溶液的酸鹼度可由氫離子的濃度 $[H^+]$ 來決定，氫離子濃度愈高酸性愈強，最常使用描述溶液酸鹼度的指標為 pH 值，pH 值定義為： $pH = -\log_{10} [H^+]$ 。pH 值由 0 至 14，中性純水的酸鹼度值是 7($pH=7$)，當溶液的酸鹼度值

小於 7 時，溶液為酸性，其值愈小酸性愈強；反之則為鹼性，其值愈大表示鹼性愈強。由於 pH 值是採用對數(log) 方式計算，因此 pH 值每減少 1 單位時，表示氫離子濃度增加 10 倍。由於空氣中含有大量的二氧化碳，當二氧化碳溶於水時會形成碳酸，使得自然界中的水呈現弱酸性（pH 值約為 5.6），此外大氣中的二氧化硫和氮氧化物，會使雨水更進一步的酸化，使雨水的 pH 值下降至 5.0 左右。因此當我們量測到雨水的 pH 值低於 5.0 以下時，便稱之為「酸雨」。由此可見影響雨水酸鹼值除了自然界的因素外，還有其他的人為活動與污染造成，主要影響的來源是含硫物質(例如煤)的燃燒以及汽機車排放和其他化石燃料高溫燃燒。

15、中央氣象局雨水酸鹼度值量測情形如何？

中央氣象局雨水酸鹼度值的量測業務從民國 61 年開始進行，目前共有 18 個氣象站進行此項工作。為提供民眾更多的參考資訊，自民國 88 年 7 月 1 日起，將各氣象站所量測的雨水酸鹼度值資料，公布於中央氣象局之全球資訊網站上，並定期更新資料，有需要的民眾均可上網查詢。分析中央氣象局歷年資料顯示：臺灣地區雨水酸鹼度值有明顯的地理分布，北部及東北部地區雨水較南部及東部地區酸，而雨水酸度值在冬季與春季東北季風盛行時的季節為全年的高峰期。

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

氣象常識問答集 / 交通部中央氣象局編. --初版

-- 臺北市 : 交通部中央氣象局, 民 99.07

面 ; 公分

ISBN 978-986-02-4130-3(精裝)

1.氣象 2.問題集

328.022

99012957

氣象常識問答集

發行人：葉天降

出版機關：交通部中央氣象局

地址：10048 臺北市公園路 64 號

網址：<http://www.cwb.gov.tw>

電話：(02)23491014

出版日期：107 年 12 月

版次冊數：初版二刷 1200 冊

本書同時登載於本局全球資訊網站，網址為 <http://www.cwb.gov.tw>

定價：100 元

展售地點：國家書店松江門市

地址：10485 臺北市松江路 209 號 1 樓

網址：<http://www.govbooks.com.tw>

電話：(02)25180207

五南文化廣場臺中總店

地址：臺中市北屯區軍福七路 600 號

網址：<http://www.wunanbooks.com.tw>

電話：(04)24378010

GPN：1009902419

ISBN：978-986-02-4130-3

著作人：中央氣象局

著作財產人：中央氣象局

本書保留所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，需徵求著作財產人中央氣象局同意或書面授權，請洽中央氣象局(02-23491014)。