



Scout Association of HONG KONG

Meteorology Team



氣象課程
(深資童軍支部)
參考筆記
2.0 版

(2015 年 07 月更新)

氣象課程（深資童軍支部）

參考筆記

目錄

目錄	2
深資童軍綱要	3
第一章：地球大氣	4
第二章：天氣要素及測量儀器	12
第三章：大氣動力學	27
第四章：雲態學	36
第五章：天氣系統	45
第六章：香港氣候	58
第七章：天氣與童軍活動	75
第八章：天氣圖	85
第九章：天氣雷達及氣象衛星	94
第十章：中國民間氣象知識	105
第十一章：天氣預測	108
第十二章：全球氣候變化	116

深資童軍訓練綱要

戶內活動項目要求

轉載自<<深資童軍訓練綱要（二零一四年：第九版）（網上版）>> 第56頁
此訓練可當作活動段章或活動金帶中「個人興趣」的其中一個單元。



A-226 氣象

完成（甲）及（乙）項

（甲）完成下列其中一項內容：

1. 完成一個由區／地域／總會認許之「深資童軍氣象研習班」。
2. 完成以下各項：
 - (a) 明瞭大氣層的結構，並對大氣環流有所認識。
 - (b) 描述各種天氣測量儀器的操作原理，以及懂得分析童軍自動氣象站的數據
 - (c) 詮釋天氣圖及辨認有關的天氣系統。
 - (d) 明瞭天氣與氣候的分別，熟悉本港氣候特徵、天氣報告術語、預警系統及相應之預防措施。
 - (e) 描述在各種惡劣天氣下，進行戶外活動時對身體的影響，並為深資童軍團活動制訂惡劣天氣應變措施。
 - (f) 認識中國民間氣象知識，例如廿四節氣、天氣諺語等。
 - (g) 辨認各種雲的種類，並描述各種雲的形成過程及相關的天氣概況。
 - (h) 利用天氣圖、衛星圖、雷達圖及各種氣象資料，預測短期天氣
 - (i) 認識全球氣候變化的各種原因及威脅。

（乙）完成一個不少於三個月的氣象專題研習。



香港童軍總會 青少年活動 氣象組

一. 地球大氣

1.1. 大氣的成分及結構

1.1.1. 大氣的成分

地球表面被一層氣體所籠罩，我們稱之為大氣。大氣的成分主要為氧氣 (78.1%) 和氮氣 (20.9%)，及其他微量成份如氫、二氧化碳、水汽、甲烷、臭氧等。

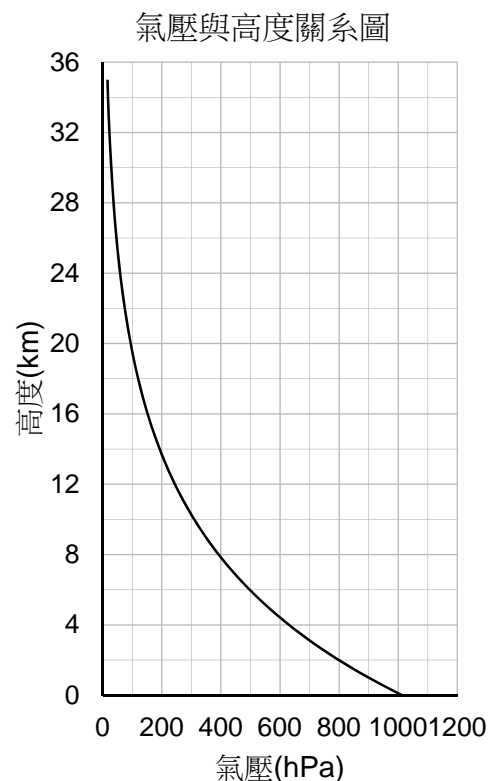
1.2. 大氣的特性

由於大氣層是由氣體組成，因此大氣層的厚度沒有特定的上限。氣體是可壓縮的，壓力大時體積就會較小，密度也相對變大。因為大氣下層的氣體比上面的空氣承受的重量較多，密度也相對較大，所以大氣氣壓隨著高度而迅速下降。

氣壓與高度關係的數學關係為：

$$p \approx p_0 e^{-\frac{z}{H}}$$

其中 $H = RT/g$ ， p 、 p_0 分別為最終和初始大氣氣壓值、 T 為氣溫、 z 為高度、 R 為乾空氣的氣體常數 (Gas Constant)。



1.3. 大氣的結構

地球大氣可按其氣溫特性，分為若干層：

一、 對流層 (Troposphere)

對流層是最接近地面的大氣，亦是對流運動最顯著的大氣區域，大部分的天氣現象都在此層發生。不同的地方的對流層有不同厚度，如在極地約為 10 公里，但在赤道區域可達 15 公里或更高。對流層內的氣溫隨高度而下降，一般而言，上升 1 公里，平均氣溫約下降 6 度。

對流層的頂部，稱為對流層頂 (tropopause)。

二、 平流層 (Stratosphere)

平流層是在對流層頂至 50 公里上空以上，氣溫隨高度增加而上升，主要因為氣體臭氧 (O₃) 吸收太陽的紫外線輻射而增溫。平流層顧名思義是此層主要是水平氣流，垂直對流很弱。

平流層的頂部，稱為平流層頂 (stratopause)。

三、 中間層 (Mesosphere)

中間層是在平流層頂至 80 公里上空的區域。中間層的氣溫是隨高度增加而下降。流星是太空隕石衝擊大氣層時，在中間層被燒毀造成的。

中間層的頂部，稱為中間層頂 (mesopause)。

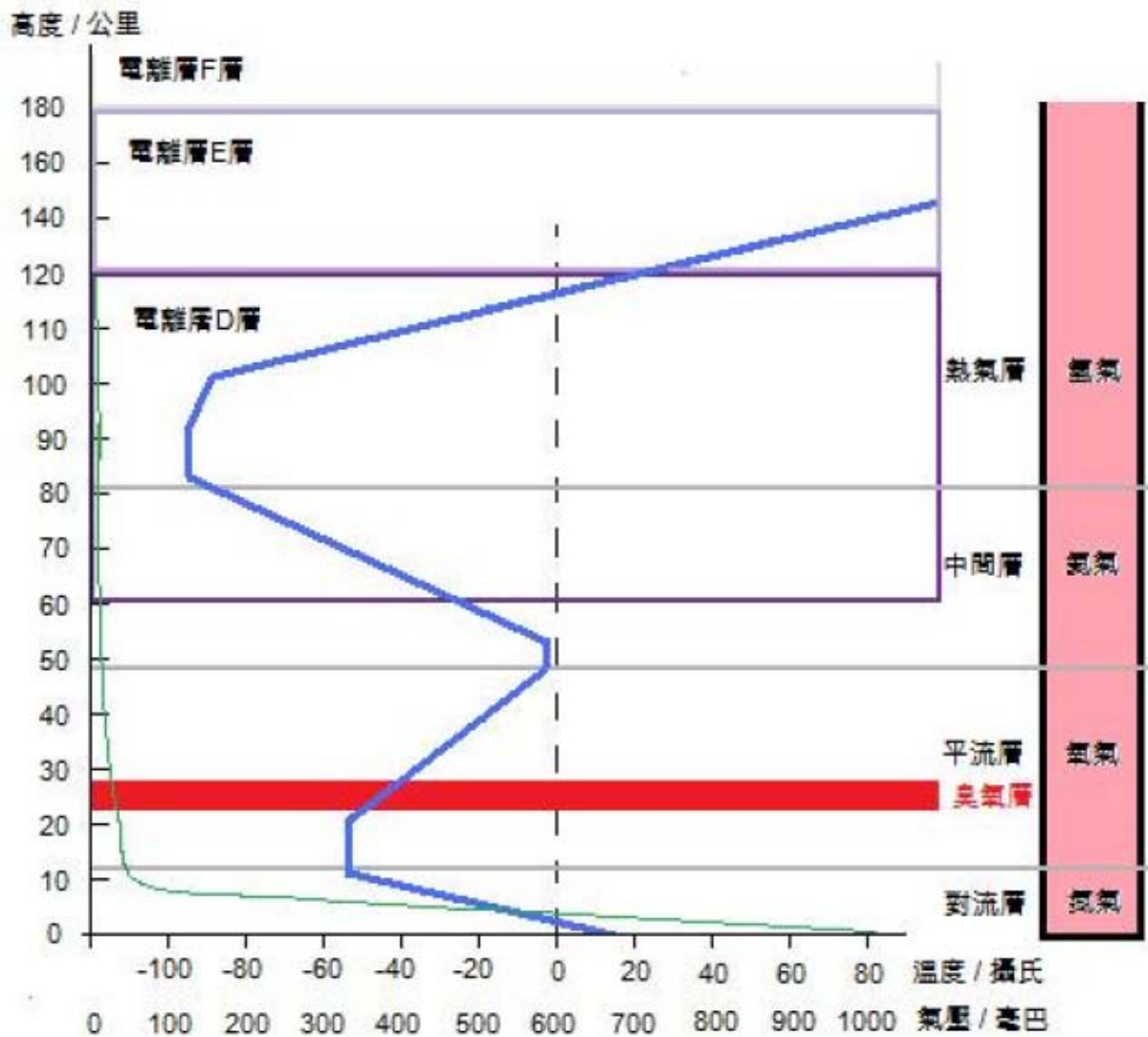
香港童軍總會 青少年活動 氣象組

四、 熱層 (Thermosphere)

熱層，又稱增溫層，是在中間層頂至約 500 公里的上空，空氣極為稀薄，溫度由熱層底部迅速增加，可高達 1000 度以上。在熱層內，是發生各種發光現象的區域，如極光，主要因為熱層內的空氣處於高度電離狀態，引起某些成分發生分解、電離、複合等的光化反應。

五、 外層 (Exosphere)

外層，又稱外逸層，是熱層頂以上的區域，其溫度高於 1000 度。由於地球引力作用減弱，氣體分子自由程度較大，速度快的氣體分子可脫離引力離開地球。



大氣的結構

名稱	高度	結構/ 特徵	主要成份	用途
對流層 (Troposphere)	0 – 12 公里	各種天氣現象	氮氣 (Nitrogen)	
對流層頂 (Tropopause)		噴射氣流 (Jet Stream)		
平流層 (Stratosphere)	5 – 12 公里	臭氧層 (15 – 30 公里)	氧氣 (Oxygen)	大量吸收太陽發出的輻射
平流層頂 (Stratopause)				
中間層 (Mesosphere)	50 – 80 公里	富含電子	氦氣 (Helium)	1. 電訊接收和反射 2. 電訊人造衛星運轉
中間層頂 (Mesopause)				
熱層 (Thermosphere)	80 – 500 公里	空氣極為稀薄； 極光 (Aurora) 產生	氫氣 (Hydrogen)	人造衛星運轉
外逸層 (Exosphere)	500 公里以上	快速移動的較輕 粒子	氫氣、氦氣	

1.4. 能量轉換

1.4.1. 熱轉換 (Heat Transfer)

所有的物體都會釋出能量或吸收能量。在日常生活中，我們稱之為熱 (heat)。較熱的物體會相對較冷會釋較多的能量。

第零條熱力學定律 (Thermodynamic 0th Law)

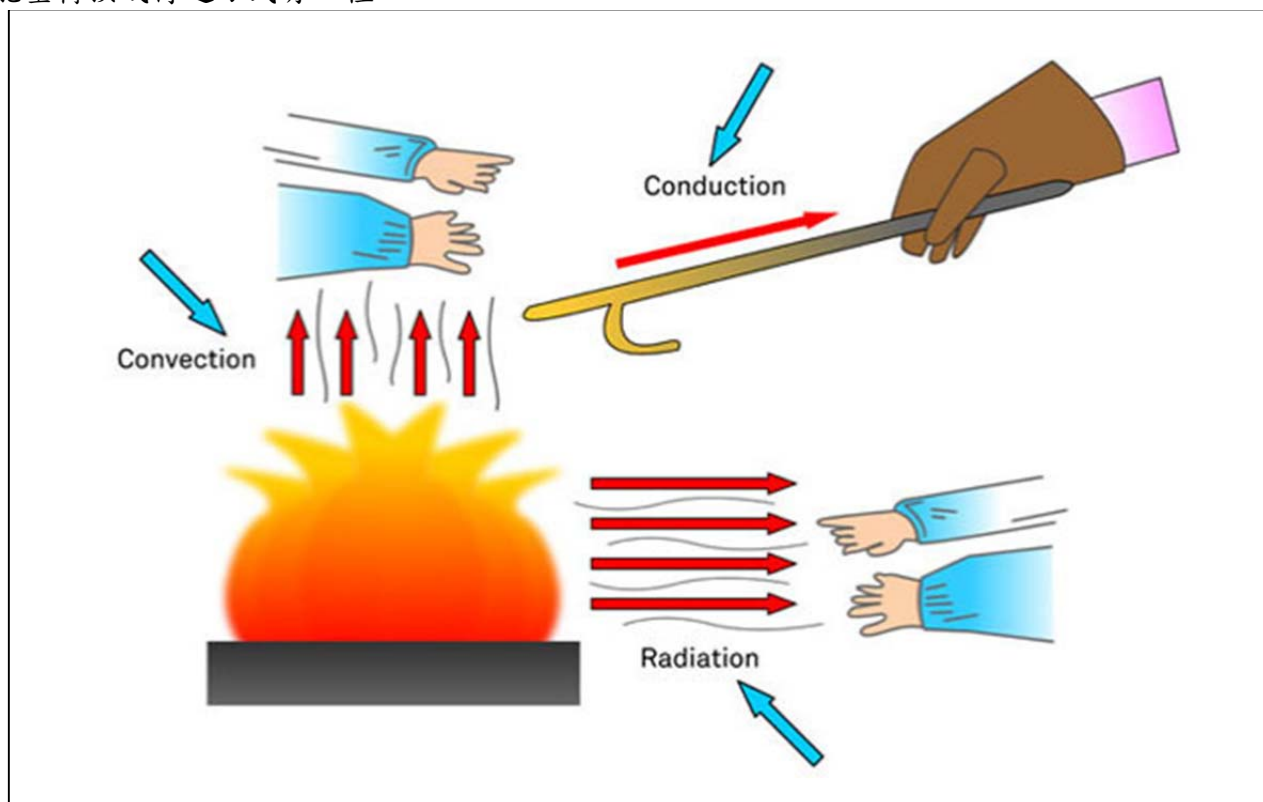
當不同冷熱的物體 A 與 B 互相接觸時，經過一段時間，A 和 B 可具有相同的冷熱程度，也就是熱平衡 (thermal equilibrium)

第一條熱力學定律 (Thermodynamic 1st Law)

能量不能產生或消失，只能從一種形式轉化成另一種形式的能量，或者從一個物體轉移至另一物體，而總能量則保持不變。

1.4.2. 熱的傳遞方法

能量轉換或傳送方式有三種：



能量傳送方式

(轉載自 Applied Sciences, <http://www.ngfl-cymru.org.uk/appliedscience/>)

一、 傳導 (Conduction)

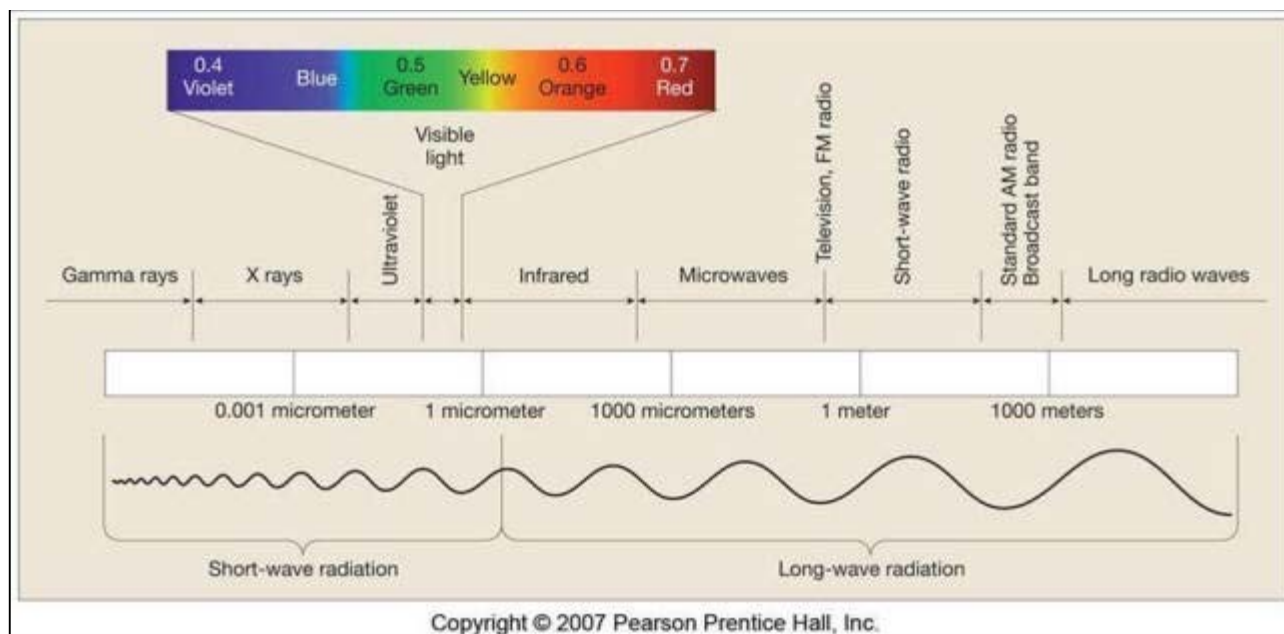
能量以粒子震動方式，分享能量來傳遞。傳遞由高能量（熱地方）流向低能量（冷地方）。

二、 對流 (Convection)

能量以粒子流動方式，與眾多粒子混合將熱能平衡分佈在每個位置。

三、 輻射 (Radiation)

能量以電磁波 (Electromagnetic Wave) 方式傳遞。它可在沒有介質的情況下（如真空）傳遞。在真空，它可以每秒 300,000 公里光速前進。



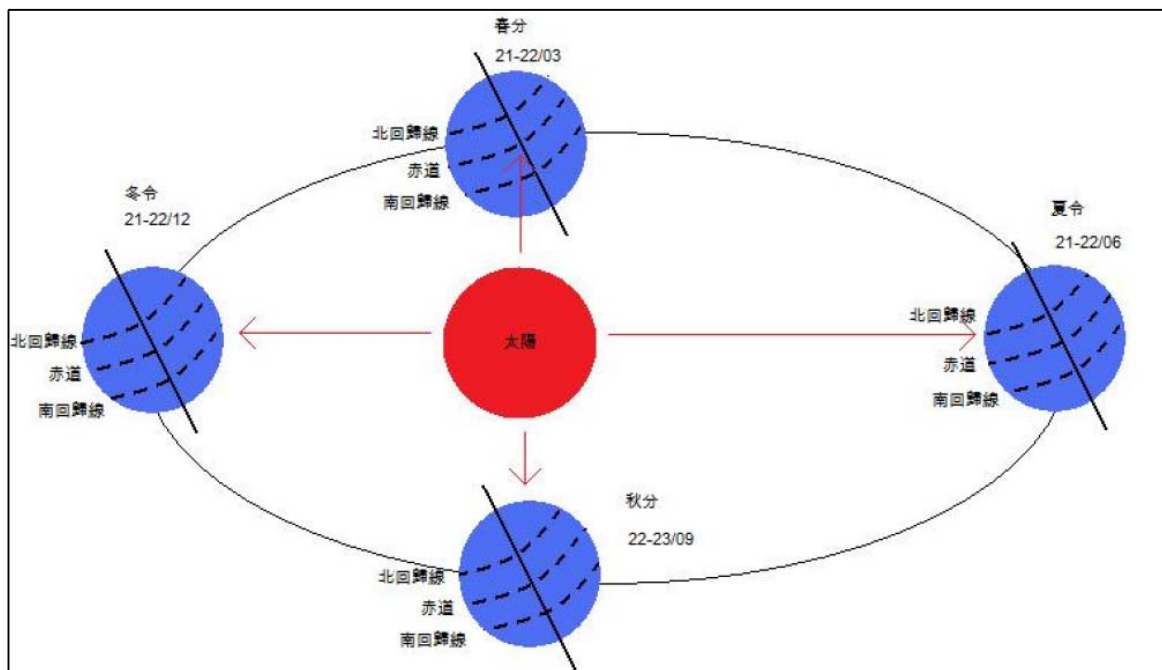
不同波長的電磁波：電磁波是由同相振盪且互相垂直的電場與磁場在空間中以波的形式移動，其傳播方向垂直於電場與磁場構成的平面，有效的傳遞能量和動量。電磁輻射可以按照頻率/波長分類，從低頻率到高頻率(長波到短波)，包括有無線電波、微波、紅外線、可見光、紫外光、X-射線和伽馬射線等等。

<圖片來自 The Atmosphere>

1.5. 能量平衡

1.5.1 地球公轉及自轉

地球繞著太陽公轉(365天為一周期)，定義了「年」的概念，形成四季變化。除了公轉外，地球也繞著它本身的軸自轉，週期約24小時，就是我們定義的一天，形成白晝與黑夜。可是，由於地球的地軸傾斜23.5度，而圍繞太陽公轉的軌道呈橢圓形，所以不同地區受太陽照射的熱量有所不同。太陽直射的地方較為炎熱；太陽斜照的地方則較為寒冷。

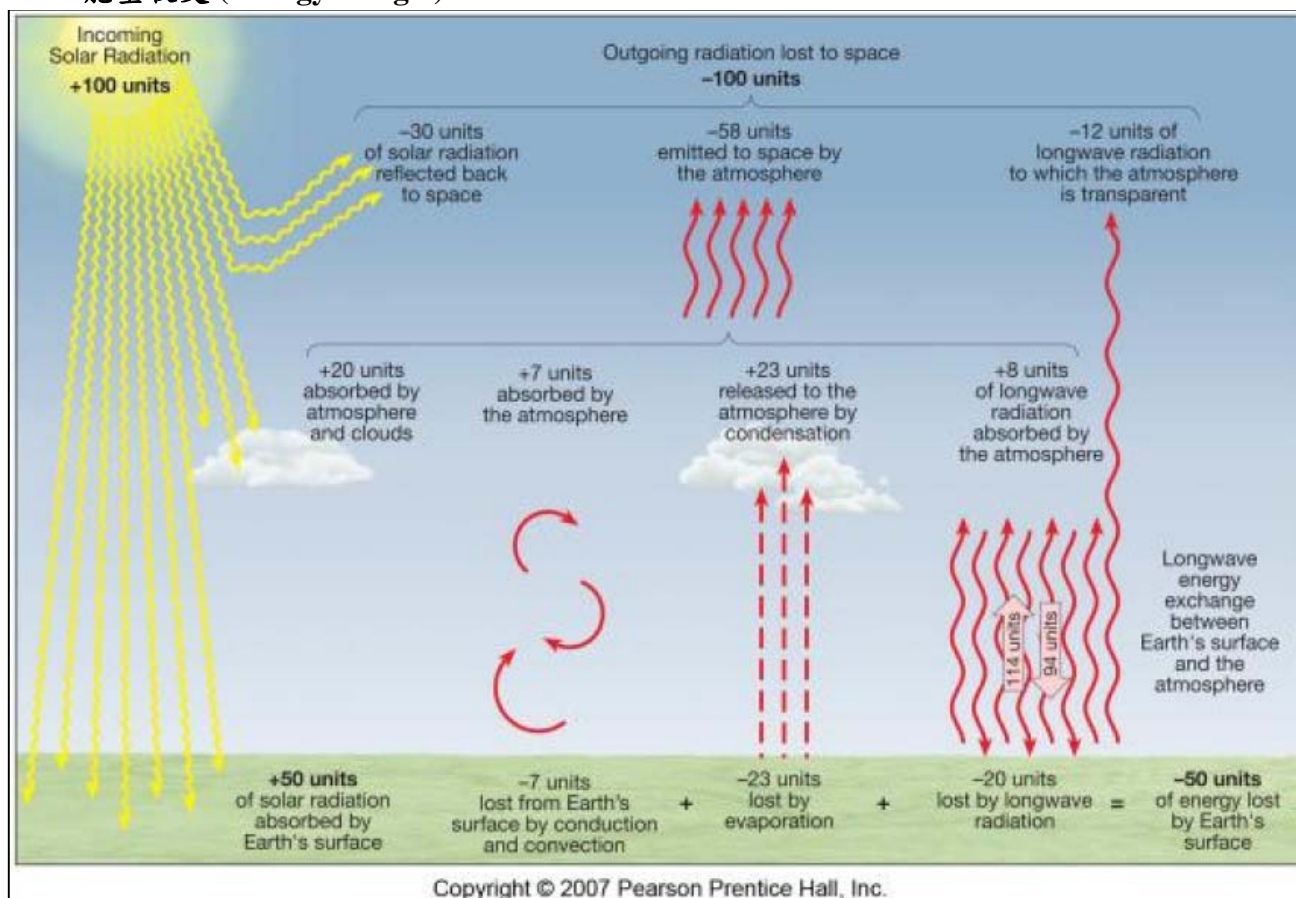


四季變化

一年四季中，太陽的位置高低也不同。夏至時節，是一年中白天最長，黑夜最短的一天，過了今天，白天開始變短，夜晚漸漸的變長了。冬至時節，太陽直射南回歸線，斜射角度最大，日照最不足，白天最短，晚上最長。過了冬至，太陽直射位置慢慢往北移，白天就慢慢地變長起來，太陽高度角也逐漸變大。而春秋兩季中，一天白晝與黑夜時間相等，則為春分和秋分。

節氣	太陽直接照射位置	季節	
		北半球	南半球
Vernal Equinox (春分)	赤道 (0°) Equator	春天	秋天
Summer Solstice (夏至)	北回歸線 (23.5° N) (Tropic of Cancer)	夏天	冬天
Autumnal Equinox (秋分)	赤道 (0°) Equator	秋天	春天
Winter Solstice (冬至)	南回歸線 (23.5° N) (Tropic of Capricorn)	冬天	夏天

1.5.2 能量收支 (Energy Budget)



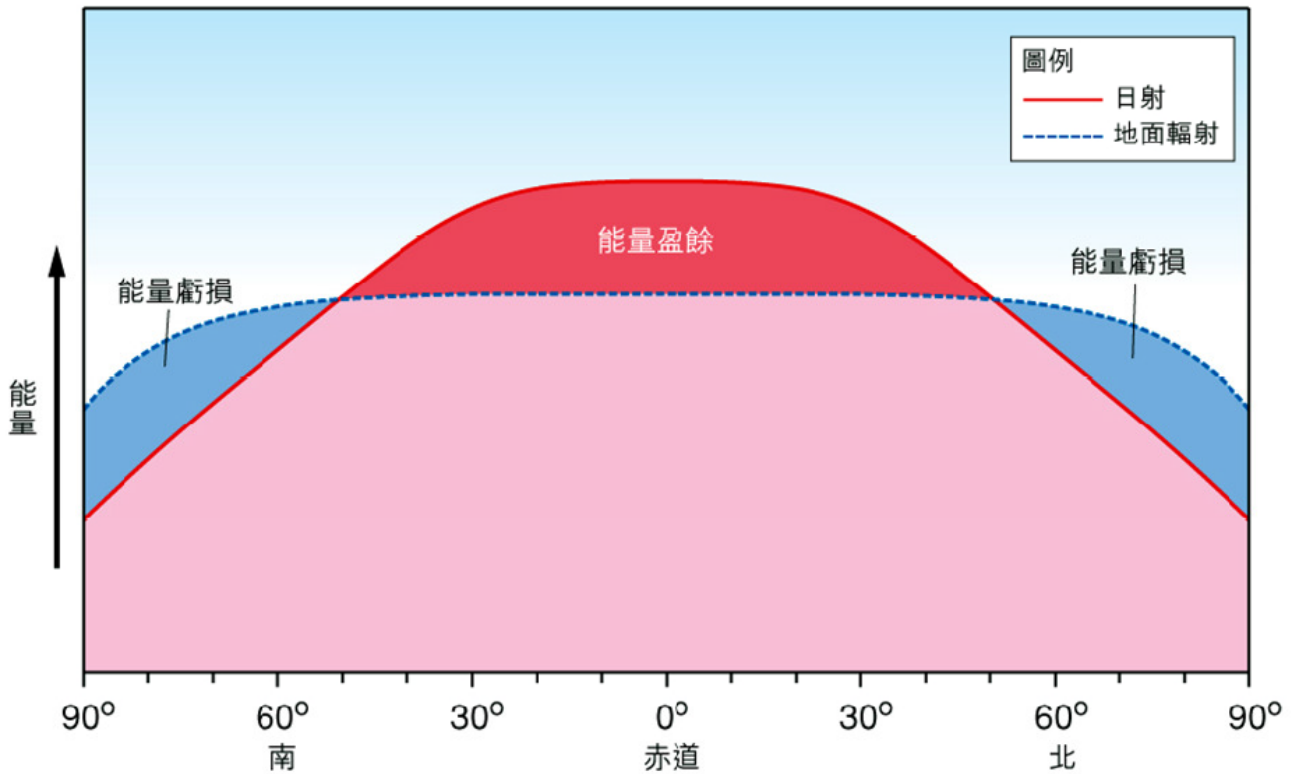
大氣熱能的傳遞

- 陽光穿過大氣圈時，34%的太陽能被大氣圈氣體、雲層和地球表面反射或散射回太空。平均只有大約 46%的日射能最終被地面吸收。
- 在自然環境中，地球不會變得越來越熱或越來越冷，即投入的輻射相等於產出的輻射。垂直能量轉移方式主要為傳導 (conduction)、對流(convection)、輻射(radiation)、蒸發 (evaporation) 及凝結 (condensation)。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

1.5.3 能量平衡

- 由於能量守恆定律，能量不會無原無故被產生或消失。根據熱力學的理论，能量會由高溫的地方移送至低溫的地方。而在地球上，能量會透過對流活動，從擁有盈餘(surplus)的低緯度地區，移送到出現虧損(deficit)的高緯度地區。



- 地球表面熱能分布不均的情況由能量轉移調節。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

二. 天氣要素及測量儀器

2.1 氣溫 (Temperature)

溫度是指一件物件的冷熱程度，而微觀上是指物件中所有粒子的平均動能(Average Kinetic Energy)。物件溫度越高，其擁有平均動能(Average Kinetic Energy)越多。根據熱力學第二定律(The Second Law of Thermodynamics)，當較高溫度之物體和較低溫度之物體接觸時，熱(Heat)會自然地從高溫度的地方流向低溫度的地方。

※註：物理學上，熱(Heat)是指能量傳遞(Energy Transfer)。

溫度的單位為攝氏($^{\circ}\text{C}$)，華氏($^{\circ}\text{F}$)或絕對溫度(K)

攝氏的溫度標準是在標準大氣壓力下，冰的熔點(melting point)為 0°C ，水的沸點為 100°C ，中間分為 100 等分，每等份稱為 1°C

華氏的溫度標準在標準大氣壓下，冰的熔點為 32°F ，水的沸點為 212°F ，中間分為 180 等分，每等分為 1°F 。

絕對溫度是熱力學常用的溫標。絕對零度(0 K)是最低溫度，即粒子動能低到量子力學的最低點。

※註：1970 年代以前，英國及其前殖民地國家多使用華氏溫標，但其後除美國外已先後轉換為常用的攝氏溫標。至今只有美國仍主要使用華氏溫標。

不同的溫度單位關係如下：

$$T_{\circ\text{F}} = \frac{9}{5} \times T_{\circ\text{C}} + 32$$

$$T_{\circ\text{C}} = \frac{5}{9} \times (T_{\circ\text{F}} - 32)$$

$$T_{\text{K}} = T_{\circ\text{C}} + 273$$

其中 $T_{\circ\text{F}}$ 為華氏溫度, $T_{\circ\text{C}}$ 為攝氏溫度, T_{K} 為絕對溫度

例子：

以華氏及絕對溫度表達一個大氣壓力中水的沸點。(已知：一個大氣壓力中水的沸點為 100°C)

$$T_{\circ\text{F}} = 100 + 32 = 212^{\circ}\text{F}$$

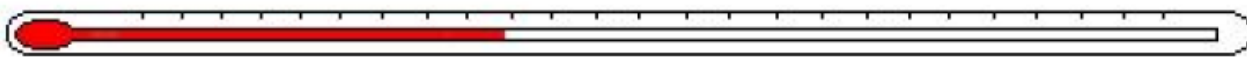
$$T_{\text{K}} = 100 + 273 = 373\text{K}$$

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

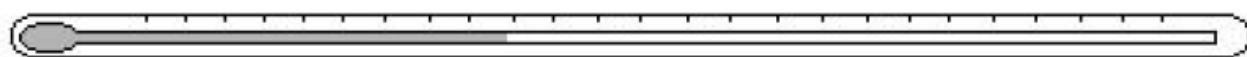
2.1.1. 測量儀器

(a) 玻璃液體溫度計

玻璃液體溫度計(Liquid-in-glass Thermometer)即日常常用之溫度計。它是一支空心，中間裝有水銀或酒精的密封玻璃管。中心的液體由於受熱膨脹，受冷收縮，而且溫度改變與長度改變成正比。因此，從中心的液體的長度可以得出現時之溫度。



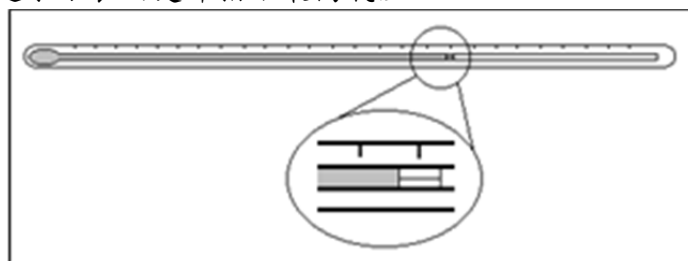
水銀溫度計



酒精溫度計

(b) 最高溫度溫度計

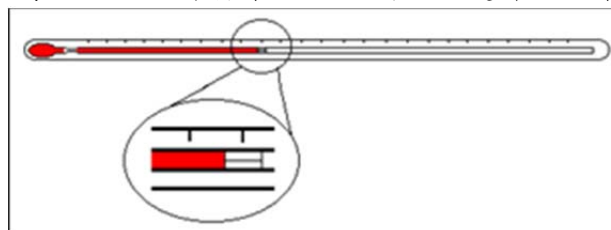
最高溫度計 (Maximum Thermometer) 能顯示某段時間內 (一般每天記錄一次) 的最高氣溫。與普通的溫度計比較，玻璃管內多了一個啞鈴狀的金屬浮標在水銀柱的表面。當氣溫增高時，水銀受熱膨脹，推動浮標前進；當氣溫下降，水銀收縮，水銀因未有受力而停留在原位；因此，浮標最接近水銀表面處即指示最高氣溫。



最高溫度溫度計

(c) 最低溫度溫度計

最低溫度計 (Minimum Thermometer) 顯示某段時間內 (一般為一天) 的最低氣溫。和最高溫度計一樣，玻璃管內有一個啞鈴狀的金屬浮標，但是管內以酒精代替水銀，因酒精凝固點較低及有凹狀液面。當氣溫下降時，酒精收縮，浮標隨酒精向球管移動；當氣溫增高時，酒精膨脹，浮標受力不足而停留不動；浮標最接近酒精液面處即指示最低氣溫。



最低溫度溫度計

(d) 複合金屬轉動式溫度計

複合金屬轉動式溫度計(Bimetallic Strip Rotary Thermometer)是靠兩塊不同膨脹系數之金屬，因受熱時產生不同程度的膨脹而捲曲，並將指針扭向相應的角度。

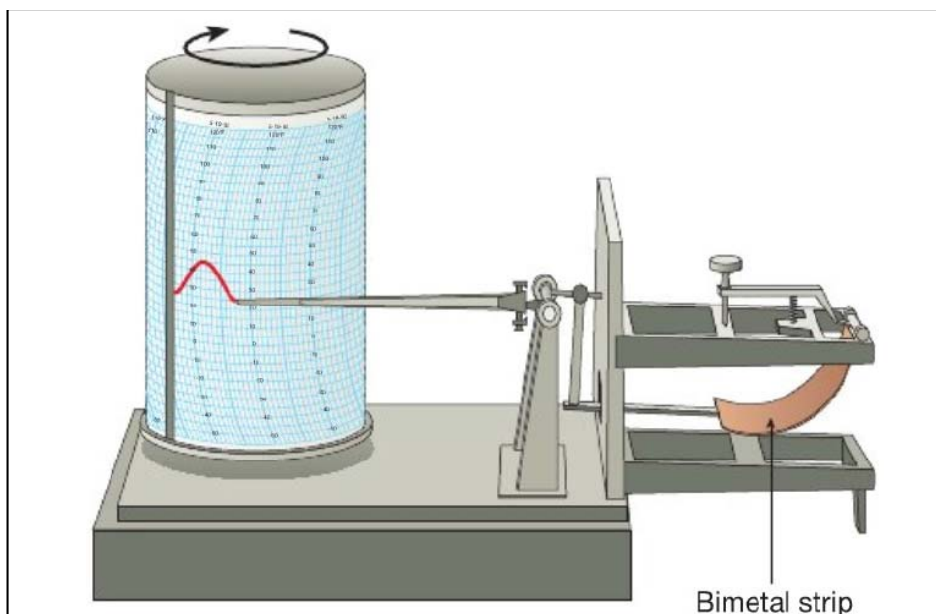


FIGURE 3-22 A common use of the bimetal strip is in the construction of a thermograph, an instrument that continuously records temperatures.

(轉載自 Lutgens F.K., Tarbuck E.J. The Atmosphere – An Introduction to Meteorology. Pearson Education, Inc. Pearson Prentice Hall.)

(e) 電子溫度計

電子溫度計(Electrical Thermometers)是一些以電子零件因受熱而產生反應為原理的溫度計，其中一種例子是熱敏電阻溫度計(Thermistor Thermometer)。它利用了熱敏電阻(Thermistor)因受熱而電阻(Resistance)上升的特性量度溫度。

2.2 風 (Wind)

2.2.1 風向

風向是指風吹來的方向，即是源頭的方向。例如：由中國大陸北方吹來香港的風，稱之為『北風』。由南海吹來香港的風，稱之為『南風』。

單位為 方位點(例如：北、東北、東、南、西) 或
角度(例如：360, 045, 090, 180, 270)



東風 25 米 / 秒



東風 5 米 / 秒

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

2.2.2 風速

風速是三維空間中空氣流動的速度，而一般日常談及的地面風普遍是指接近地面的水平風速及風向。

單位為米/秒 (m/s) 或 公里/小時 (km/h) 或 海哩/小時 (knots)

* $1\text{m/s}=3.6\text{km/h}\approx 1.944\text{knots}$

* $1\text{knots}=1.852\text{km/h}\approx 0.514\text{m/s}$

* $1\text{km/h}=0.27\text{m/s}\approx 0.54\text{knots}$

(a) 蒲福氏風級

英國人弗朗西斯·蒲福(Francis Beaufort)(1774-1857)於 1805 年根據風對地面物體或海面的影響程度而定出了蒲福氏風級(Beaufort Wind Scale)。按強弱，將風力劃為 0 至 12 級，即目前世界氣象組織所建議的分級。後來到 20 世紀 50 年代，人類的測風儀器的進步，便量度到自然界的風實際上可以大大地超出了 12 級，於是就把風級擴展到 17 級，即共 18 個等級。不過，擴大的蒲福氏風級表並沒有被廣泛採用。

延伸閱讀：

蒲福氏風級表 (撰文：趙孔儒)

http://www.hko.gov.hk/education/edu01met/wxobs/ele_beaufort2_c.htm

蒲福氏風級 (香港颱風網)

<http://www.hktw.net/windstage.htm>

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

蒲福氏風表

描繪風力術語	蒲福氏風級	平均風速 (公里每小時)	平均風速 (海里每小時)	地面狀態	海面狀態
無風	0	<2	<1	煙直向上升	海面平靜如鏡
輕微	1	2-6	1-3	煙能表示風向，但風向標則不動	波紋柔和，狀似魚鱗，浪頭不起白沫
	2	7-12	4-6	人面感覺有風，樹葉微響，風向標會轉動	小形微波，相隔仍短但已較顯著，波峰似玻璃而不破碎
和緩	3	13-19	7-10	樹葉及微枝搖動不息，旌旗展開	微波較大，波峰開始破碎，白沫狀似玻璃，間中有白頭浪
	4	20-30	11-16	能吹起地面灰塵和紙張，樹的小枝搖動	小浪，形狀開始拖長，白頭浪較為頻密
清勁	5	31-40	17-21	有葉的小樹搖擺，內陸的水面有微波	中浪，形狀顯著拖長，白頭浪更多，間有浪花飛濺
強風	6	41-51	22-27	大樹枝搖動，電線呼呼有聲，舉傘困難	大浪開始出現，周圍都是較大的白頭浪。浪花較多
	7	52-62	28-33	全樹搖動，迎風步行感覺不便	海浪堆疊，碎浪產生之白沫隨風吹成條紋
烈風	8	63-75	34-40	微枝折毀，人行向前感覺阻力甚大	將達高浪階段，波峰開始破碎，成為浪花，條紋更覺顯著
	9	76-87	41-47	建築物有小損壞	高浪，白沫隨風吹成濃厚條紋狀，波濤洶湧，浪花飛濺，影響能見度
暴風	10	88-103	48-55	陸上少見，可使樹木拔起或使建築物損壞嚴重	非常高浪，出現拖長的倒懸浪峰；大片泡沫隨風吹成濃厚白色條紋，海面白茫茫一片，波濤互相衝擊，能見度受到影響
	11	104-117	56-63	內陸很少見，會引起廣泛損壞	波濤澎湃，浪高足以遮掩中型船隻；長片白沫隨風擺佈，遍罩海面，能見度受到影響
颶風	12	≥118	≥64	內陸很少見，會引起廣泛損壞	海面空氣充滿浪花白沫，巨浪如江河倒瀉，遍海皆白，能見度大受影響

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

2.2.3 測量儀器 – 測風儀

風速和風向是分別利用磁感風速杯和風向標來量度。磁感風速杯通常有三個對稱風杯，固定於垂直軸上，令每個風杯的直徑面都是垂直。由於風杯凹面比凸面承受較大的風力，風杯輪便會隨風轉動，觀測員可從風杯轉動的速度來確定風速。

至於風向，則由風向標顯示。風向標基本上是一個不對稱形狀的物體，重心點固定於垂直軸上。當風吹過，對空氣流動產生較大阻力的一端便會順風轉動，顯示風向。



2.3. 氣壓 (Pressure)

大氣壓力 (Atmospheric Pressure) 是指每平方單位大氣施加於一表面上之力。一般而言，是指測量點以上的流體壓力 (Hydrostatic Pressure)，即該面積之上每平方單位之氣體重量。

不過，氣壓亦會受溫度、高度等因素所影響。

單位為帕斯卡 (Pascal, Pa) / 百帕斯卡 (Hecto-Pascal, hPa) / 毫米水銀 (mmHg) / 寸水銀 (in. Hg)

標準大氣壓力是 1013.25hPa / 76mmHg / 29.91in.Hg

一般常見單位為百帕斯卡 (Hecto-Pascal, hPa)。

* 1hPa = 100Pa

P = 每平方單位壓力 (Pa) F = 力 (N)

A = 面積 (m^2)

m = 該面積上之大氣質量 (kg)

g = 重力加速度 (ms^{-2}) 地球之重力加速度 = $9.81ms^{-2}$

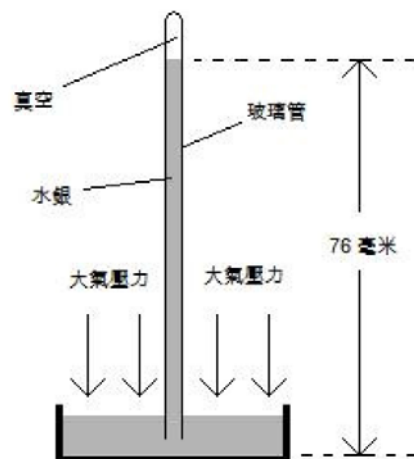
2.3.1. 測量儀器 – 氣壓計

(a) 水銀氣壓計

水銀氣壓計是在世界各地有觀測員的氣象站和氣候氣象站均採用的標準氣壓計。

水銀氣壓計由一枝垂直的真空玻璃管，垂直地插在一個盛滿水銀的容器內，外加一道刻度尺組成。當大氣施加壓力於水銀上，水銀因壓力差而向玻璃管中上升，而得出讀數。

單位為毫米水銀 (mmHg) 或寸水銀 (in. Hg)



香港童軍總會 青少年活動 氣象組

(b) 空盒氣壓計

空盒氣壓計盒內大部分的空氣已被抽出，利用金屬薄片的彈性，由盒蓋感應外面氣壓的轉變，然後通過槓桿作用，將變化放大，帶動指針移動以顯示氣壓。空盒氣壓計較廉宜，輕便，易於攜帶，但準確度則較低。改良的精密空盒氣壓計 (Precision Aneroid Barometer)，則可克服這方面的弱點。



若附加墨水及圓筒，空盒氣壓計的指針可作筆用，直接把氣壓變化的曲線繪畫在圓筒的記錄紙上，這就成了自記氣壓計(Barograph)。

(c) 數值氣壓計

數值氣壓是一種電子氣壓計，現時京士柏氣象站及一些自動氣象站，都是採用這種氣壓計，為市民提供實時的大氣壓力讀數。由於數字氣壓計裝有通訊界面，設於偏遠地區的數字氣壓表所錄得的氣壓讀數，可通過電話線傳送至天文台總部。



2.4 雨量 (Precipitation)

降水(Precipitation)是指從雲層降下或在空氣中凝結於地面的液態或固態水氣凝結物，包括雨(Rain)、毛毛雨(Drizzle)、霰(Sleet)、凇(Glaze)、霧凇(Rime)、雪(Snow)、雹(Hail)及霰(Graupel)等。地面所接收的降水量，以覆蓋在地平面上的降水垂直深度(若為固態凝結物則以同等水形態的深度)來計算。降雪量亦以覆蓋在平坦表面上的新雪厚度來計算。

單位為毫米(mm)

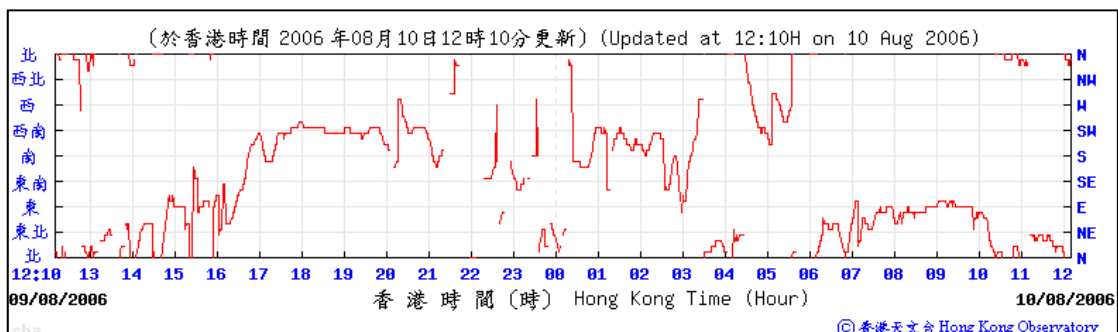
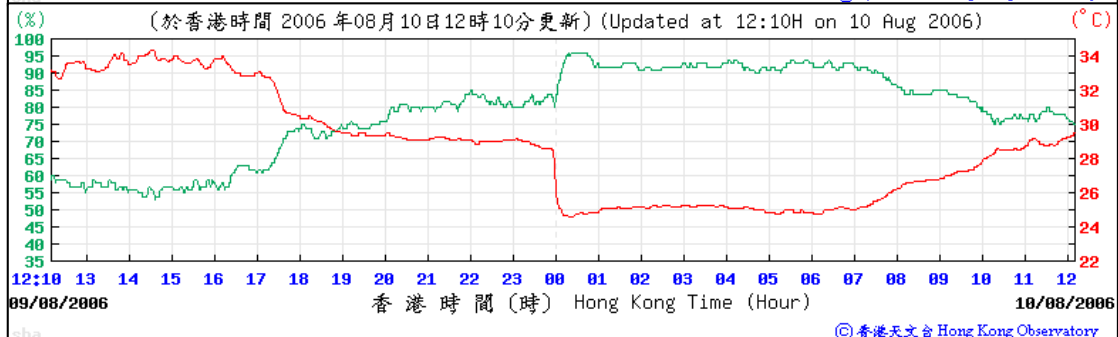
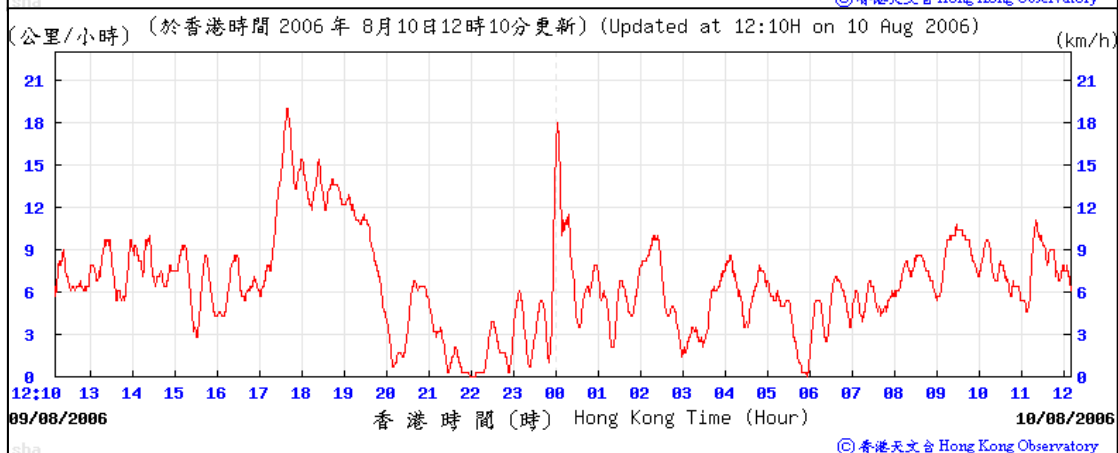
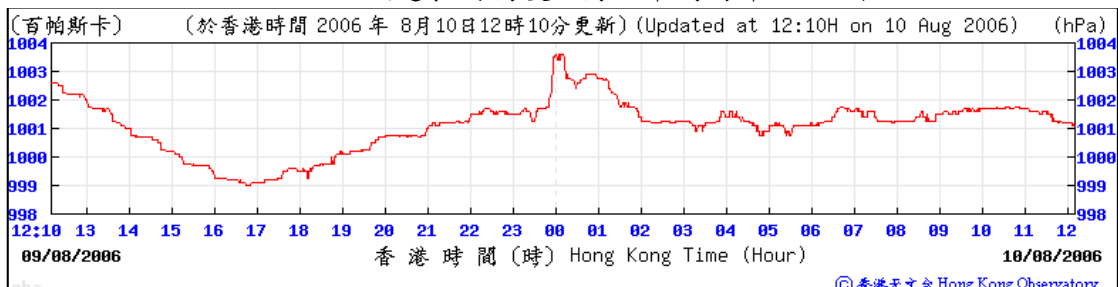
自動氣象站資料

降水現象－突發而短暫性暴雨

沙田自動氣象站

氣象站的高度：高於平均海平面 7 米

風速表的高度：高於平均海平面 16 米



< 資料由香港天文台提供 >

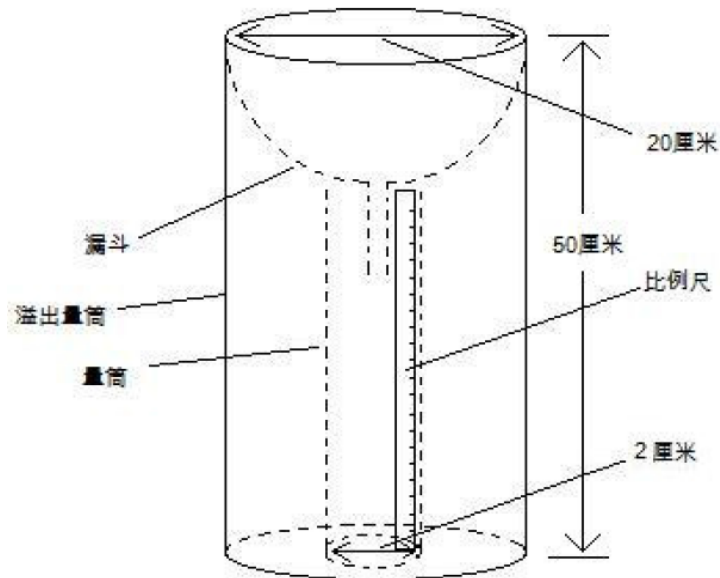
香港童軍總會 青少年活動 氣象組

2.4.1 測量儀器 – 雨量計

(a) 標準雨量計

標準雨量計專供有觀測員的氣象站使用。為提升雨量計的準確度，標準雨量計的漏斗減少量筒內雨水蒸發及標準雨量計的提高準確度。

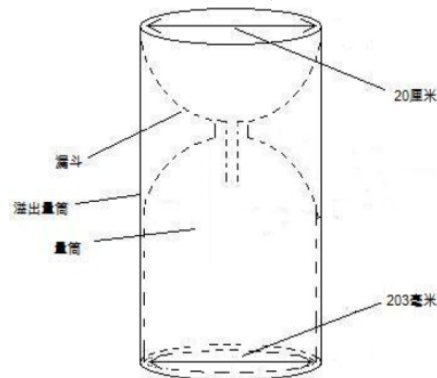
規格：	漏斗直徑：20 cm 量筒直徑：2 cm 放大倍數：10 倍 準確度：0.025 厘米
-----	--



R =雨量
 H =量筒雨水高度
 c =量筒直徑
 f =漏斗直徑

(b) 普通雨量計

普通雨量計專供有觀測員的氣象站使用。雨水經漏斗收集於集雨罐內。天文台總部所用的雨量器，直徑為 203 毫米。把收集到的雨水倒進量筒內，便可量度雨量。



香港童軍總會 青少年活動 氣象組

(c) 翻斗式雨量計



翻斗式雨量器常應用於自動氣象站來量度雨量。這種雨量器的分格式雨斗組件，採用蹺蹺板的原理。樞軸置於中央，當雨斗上半格所收集的雨水達到預設的雨量時，雨斗便會傾斜，把收集所得的雨水排走，並移動雨斗上另一邊半格於集雨口準備收集雨水。與此同時，雨斗翻動產生電流脈沖並由數據記錄儀記錄，把選定時段內的數據相加，便可得出其間雨量的總和。雨斗在收集到 0.5 毫米（天文台雨斗每次收集 0.1 毫米）的累積降雨量後，便會傾斜翻動一次。

(d) 虹吸式雨量計

虹吸式雨量器專供有觀測員的 氣象站使用，容量為 25 毫米。

當雨水落入虹吸式雨量器，雨量器內的浮波會上升。牽制浮波的槓桿會上升。附加墨水及圓筒，虹吸式雨量器的指針可作筆用，直接把雨量變化的曲線繪畫在圓筒的記錄紙上，這就成了自記雨量器。

當雨量達到 25 毫米，虹吸式雨量器最大容量，雨量器會自動排水。雨量記錄便由零開始。



2.5 濕度 (Humidity)

2.5.1 濕度

濕度是一個頗為複雜的概念。它是指混合於空氣中水汽的含量。但是要令它變為日常生活中有意思的概念，需要多花功夫。

2.5.2 水汽含量

水汽含量或水汽混合比例(mixing ratio)是指每單位乾空氣中所混和的水蒸汽的量，一般以g/kg來表示，然而，單單是水汽含量在日常生活中並沒有意思。

2.5.3 飽和概念

每單位空氣能容納的水蒸汽量是有限的。當水汽含量上升，達至空氣能容納的水蒸汽的限界，額外無法被容納的水蒸汽就會凝結成液態水點，懸浮在空氣中形成霧，或附在物件上形成露。這個狀況稱之為飽和(saturation)，而這個限界稱之為飽和水汽含量(saturated mixing ratio)。而相對濕度的概念亦應運而生。

2.5.4 相對濕度

相對濕度指空氣與飽和有多接近，即水汽含量與飽和水汽含量的比例，以百份比(%)表示。0%濕度即空氣完全乾燥，100%濕度即空氣已經飽和。一般情況下，相對濕度不會超越100%。

飽和水汽含量並非固定，而是會隨溫度而變化。溫度上升，空氣能容納的水汽增加，飽和水汽含量隨之上升；如果溫度下降，空氣能容納的水汽減少，飽和水汽含量隨之下降。

因此，相對濕度會隨氣溫而變化。溫度上升可以導致相對濕度下降，而溫度下降則可讓相對濕度上升。

以10g/kg水汽含量的氣團為例，在25°C時相對濕度是50%；但加熱至37度時卻下降至25%了；相反如果冷卻至20°C時，便成了75%；再冷卻下去到達17°C時，更會到達100%，呈飽和狀態，凝結出水點。

2.5.5 露點溫度

在水汽含量穩定的時候，氣溫成了影響相對濕度的主要因素。由於同一水汽含量下的空氣，飽和時的溫度都一樣，氣象學家以「氣團冷卻至飽和時的溫度」去表達濕度，這個溫度稱之為露點溫度(dew point)。露點溫度越高，即氣團經歷越少冷卻就可以達至飽和，濕度越高；反之，露點溫度越低，即氣團需要經歷更多冷卻才可以達至飽和，即濕度越低。

當一氣團冷卻至露點溫度，水點會凝結於懸浮粒子上，在空氣中飄浮，形成霧或雲；當一物件冷卻至周遭空氣的露點溫度，露水(dew)便會於物件表面凝結而成。

註：

1. 當濕度為100%時，液態水不能再蒸發，因此濕毛巾或濕衣服是很難晾乾的。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

2. 當濕度為 100%，空氣遇上較冷的表面時，多餘的水分會凝結於表面上。

$$RH = \frac{W_a}{W_s} \times 100\%$$

RH=相對濕度

w_a =氣團水汽含量(Water content of air mass)

w_s =相同溫度相同氣壓下同一氣團飽和時的水汽含量(Saturation Water Content)

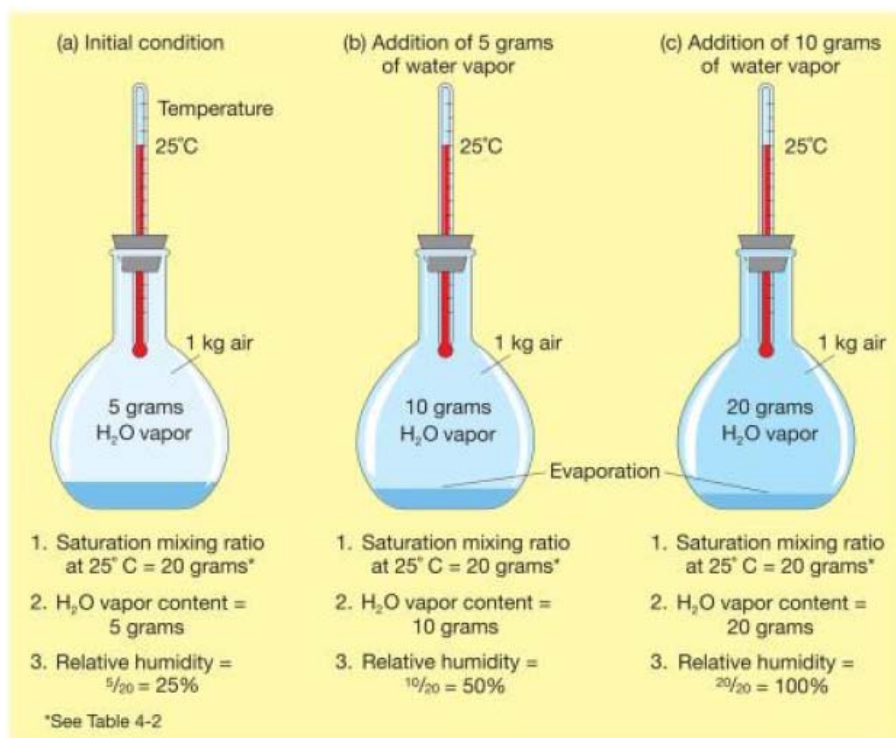
例子：

一 25 C 氣團的水汽含量為 13g/kg，它的相對濕度為多少？

每公斤空氣飽和時的水汽含量 (海平面氣壓)			
溫度	水汽含量(g/kg)	溫度	水汽含量(g/kg)
-40	0.1	15	10
-30	0.3	20	14
-20	0.75	25	20
-10	2	30	26.5
0	3.5	35	35
5	5	40	47
10	7		

相對濕度是會隨水汽含量及溫度改變的。相同溫度下，水汽含量改變對相對濕度的影響並不難明，水汽減少相對濕度自然減少，反之亦然。

如上文提過，氣團的溫度對會影響它容納水的能力，溫度越低氣團對水汽的容納能力越低，自然越容易飽和，相對濕度提升；相反，溫度提升的話，相對濕度下降。

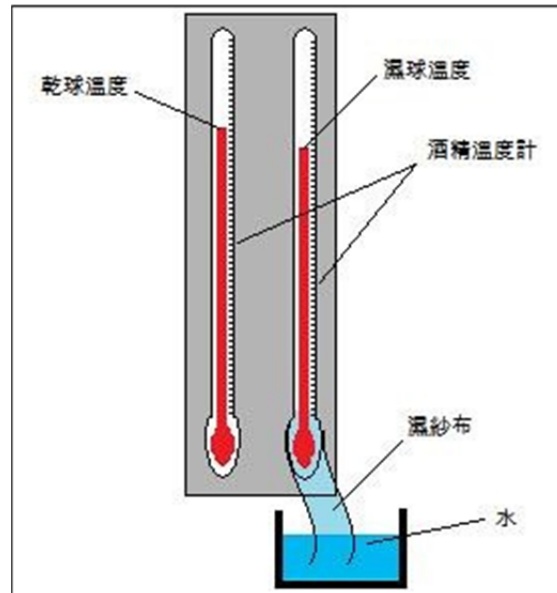


香港童軍總會 青少年活動 氣象組

2.5.6 測量儀器 – 濕度計

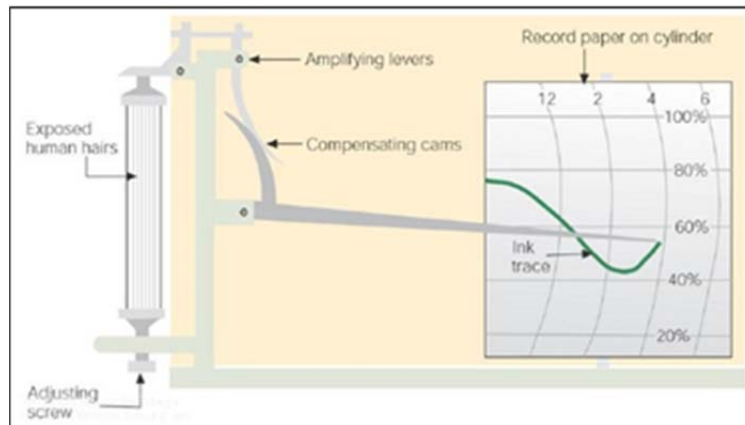
(a) 空氣濕度計

空氣濕度計 (Psychrometer)，又名乾濕球溫度計，它可以用來測量空氣的相對濕度。它是由兩支酒精溫度計組成的，其中一支是沒有任何加工的，另一支的末端則被一濕棉花球包裹著。由於水分的蒸發和濕度有關，濕度越低蒸發越快。而且，水分的蒸發會吸走熱能，因此，濕球的溫度會下降。濕球溫度下降越多，相對濕度越低；反之，濕球溫度下降越少，相對濕度越高；當乾濕球溫度相同，濕度就是 100%。不過，乾濕球溫度相同亦有可能是棉花乾涸或鬆脫，這點要等別留意。



(b) 毛髮濕度計

由於毛髮 (人類或馬匹) 會因應不同的相對濕度 (0%至 100%) 而其長度會有 2.5% 變化，經放大其長度變化，藉以量度當時相對濕度。



香港童軍總會 青少年活動 氣象組

2.6 其他氣象儀器：

(a) 百葉箱/ 開放棚架

為確保溫度表上是真正的空氣溫度，必須用百葉箱或溫度計棚保護溫度表免受太陽照射，這樣既可供安放溫度計，又可遮蓋溫度計免受降水影響，更可讓周圍的空氣自由流通，兼且防止溫度計遭受意外損毀。



開放棚架與百葉箱的目的是一樣，但開放棚架適用於熱帶及亞熱帶地區。

(b) 寬波段紫外線儀

香港天文台在京士柏氣象站裝置了寬波段紫外線儀來量度紫外線強度。所量度的紫外線包括直接通過大氣層的紫外線及經大氣層中的氣體和微粒散射的紫外線。紫外線儀對不同波長的紫外線的反應與人體皮膚相似。



2.7 自動氣象站

2.7.1 氣象站設立目的

氣象站對天氣觀測相當重要。氣象站設立的目的是透過實時量度天氣要素，讓氣象學家分析及預測天氣，以及研究氣候。一般而言，氣象站主要對七大氣象要素進行測量：氣溫、氣壓、風（風速及風向）、濕度、降水、日照及雲量。

童軍活動多在戶外及郊區進行。由於活動地點通常離市區頗遠，市區天氣資訊有時會失去參考價值。在童軍活動時，例如露營，設立基本氣象站，童軍成員可以獲得對該活動重要的資訊。曾經某年的一次深港交流營，於輻射冷卻下，深圳的營區氣溫只有零下兩度，這時其他氣象站都沒有量度到的。因此，童軍在戶外活動時可以考慮設立氣象站提供天氣資訊。

為了推廣氣象，令童軍更容易觀測和預測營地的天氣，進行不同的活動，香港童軍總會於數年前開始和天文台合作，參與「社區天氣資訊網絡」(Co-WIN)，並於白沙灣譚華正海上活動中心及洞梓童軍中心設立自動氣象站，將來更計劃於大潭童軍中心增設氣象站。

2.7.2 設立氣象站時需留意的要點

在科學的角度，數據要有效(valid)才会有參考價值。所以在設立氣象站的時候，有很多要注意的地方：

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

1. 觀測規律：對氣象的觀測必須跟從規律，才能提升數據的參考價值。而世界氣象組織 (World Meteorological Organization) 更規定會員氣象站定時於世界協調時 (Coordinate Universal Time, UTC) 00:00、06:00、12:00、18:00 發送氣象觀測數據至數據庫。因此，以前的氣象站大多有職員駐守，以定時進行天氣觀測。然而，現今科技發展一日千里，電子儀器能進行連續的天氣觀測，大大減少人手壓力。然而，部分氣象要素仍然需要人手進行觀測，例如雲量。因此，氣象觀測員仍然有存在價值。
2. 環境：不同的氣象要素容易受周遭的環境影響，因此氣象站的選址需要非常小心，其中較為主要的例子包括：
 - 溫度一較為敏感的數據，容易受日照影響而令讀數偏高。如果氣象站貼近高樓大廈，不通風的環境也會令讀數偏高。相反，如果高樓大廈的影子阻擋了日光，容易在夏天構成讀數偏低的情況。
另外，高地和貼近海平面的氣溫也會有所差別。
 - 風向和風速一標準的氣象站，風速計應離開地面最少十米。另外，如果附近有高樓大廈或高山阻擋，風向的讀數也會構成一定的偏差。最佳的例子就是天文台位於青衣油庫的風速計。由於風速計的東面有山勢阻擋，令該站較少出現東風，風速的讀數也長期偏低。
由於香港盛行東風，設立氣象站時應選取東邊開揚的位置。
 - 雨量—由於在低壓槽或熱帶氣旋襲港期間，降水通常會伴隨陣風出現。位於高樓大廈附近的雨量計，讀數會偏低。
3. 儀器：氣象儀器其實有很多品牌，不同品牌甚至不同批次的儀器可能不一樣。另外準確度會和價錢有關。較便宜的氣象儀器可能有較大的誤差，因此，定期進行儀器校對是需要的。此外，平價儀器一般的數據有效範圍較低，如不能量度太高的濕度，購買前應注意。
4. 日常維修：氣象站日常都需要進行清潔及維護，以確保準確，並延長儀器的壽命。例如如果雨量計長期讀數為零，量雨筒內有可能堆滿鳥糞。另外，氣象站也要不時和鄰近的氣象站數據作出比對，以確保量度準確。例如，天文台在測風要點，例如塔門及橫欄島等「重地」於同一地點均有兩個風速計，長洲更細分為山頂風速計和泳灘風速計，使數據更有價值。

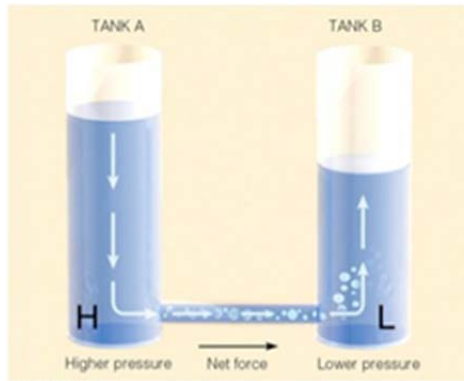
透過設立氣象站，我們便可以觀測不同的數據以預測天氣。例如於熱帶氣旋襲港時，透過實測風力和風向，以預計強風和烈風持續的時間。此外，如果熱帶氣旋正面吹襲，氣壓也會在短時間內急速下降，所以透過氣壓變化，我們也可以得知和預測熱帶氣旋的移動路徑。

三. 大氣動力學

3.1 氣壓梯度力 (Pressure Gradient Force)

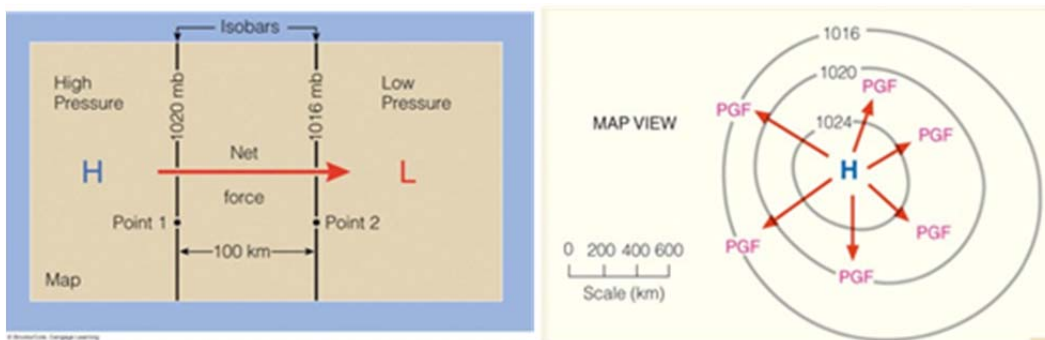
風是由於氣壓差而產生的。

以下是一簡單模型：



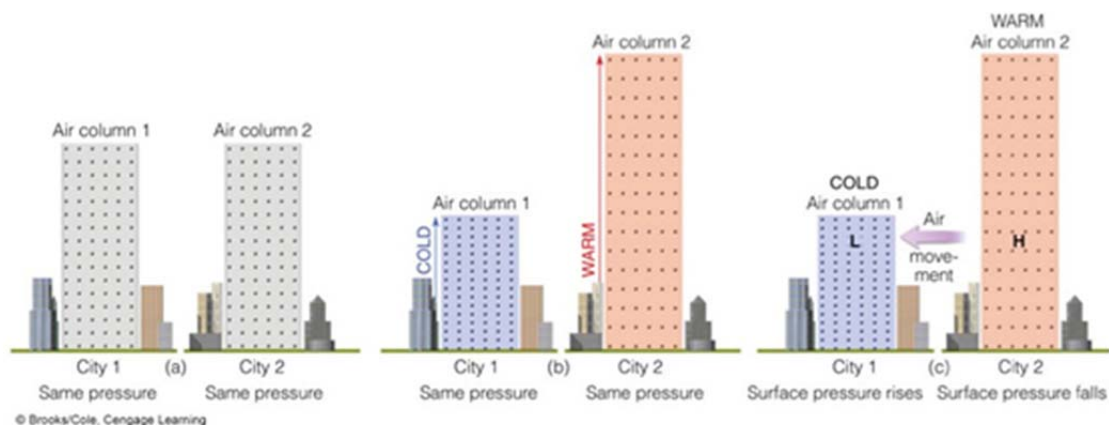
(Credit: Meteorology Today 9th Edition)

圖中，水缸 A 的水位高於水缸 B，因此水缸 A 的流體淨壓(Hydrostatic Pressure)比水缸 B 高。此引起一壓力梯度(Pressure Gradient)，形成水流。



(Credit: Meteorology Today 9th Edition)

以下是一簡化對流模型：



(Credit: Meteorology Today 9th Edition)

想像有兩支空氣柱(Air Column)。在相同的氣壓，相同的氣溫下，兩個大氣柱由於密度相同，高度亦會相同(左圖)。

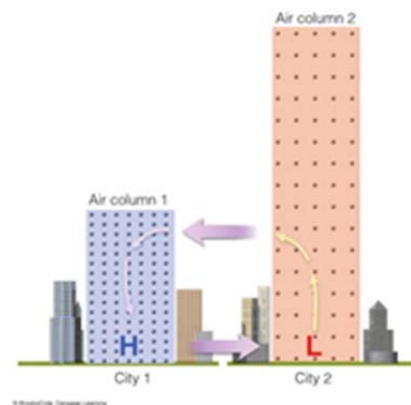
香港童軍總會 青少年活動 氣象組

當兩支空氣柱受到不同程度的加熱後，較暖的一支空氣柱會膨脹得比較冷的空氣柱高(中圖)。

最終於較暖之空氣柱形成高空高氣壓；在較冷之空氣柱形成高空低氣壓。高空空氣由高空高氣壓流向高空低氣壓(右圖)。

較暖的一支空氣柱由於於高空有空氣流向高空低氣壓，空氣柱氣體減少，形成地面低氣壓；較冷的一支空氣柱由於於高空有空氣由高空高氣壓流入，空氣柱氣體增加，形成地面高氣壓；地面空氣亦由地面高氣壓流向地面低氣壓。

於是，於高空有空氣由較暖之空氣柱流向較冷之空氣柱，於地面有空氣由較冷之空氣柱流向較暖之空氣柱，形成對流循環。



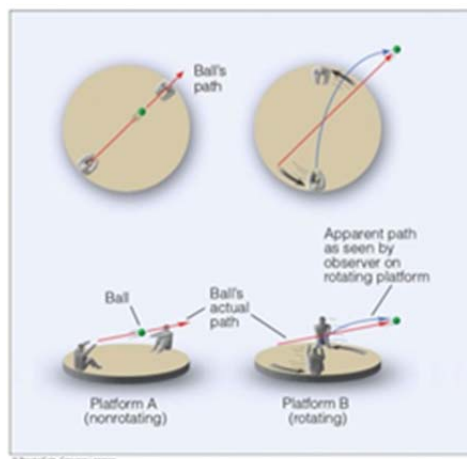
3.2 奧科士力 (Coriolis Force)

如果地球是一靜止的球體，空氣就只會沿氣壓梯度對流。由低壓區引起的風只會以輻射狀 (Radial) 由外流入，而由高壓區引起的風亦只會以輻射狀向外流出。氣旋和反氣旋就不會存在了。

不過，由於地球會由西向東自轉，因此有奧科士力 (Coriolis Force) / 地轉偏向力。這一個「力」於慣性參考系統 (Inertial Reference Frame) 中並非真實的力，但在轉動參考坐標 (Rotational Reference Frame) (如自轉中的地球) 中，會呈現出偏向加速。

北半球，奧科士力會令風沿原本風向偏右加速；在南半球，奧科士力會令風沿原本風向偏左加速。

因此，北半球的氣旋會順時針轉動，反氣旋會逆時針轉動；南半球的氣旋會逆順時針轉動，反氣旋會順時針轉動。



(Credit: Meteorology Today 9th Edition)

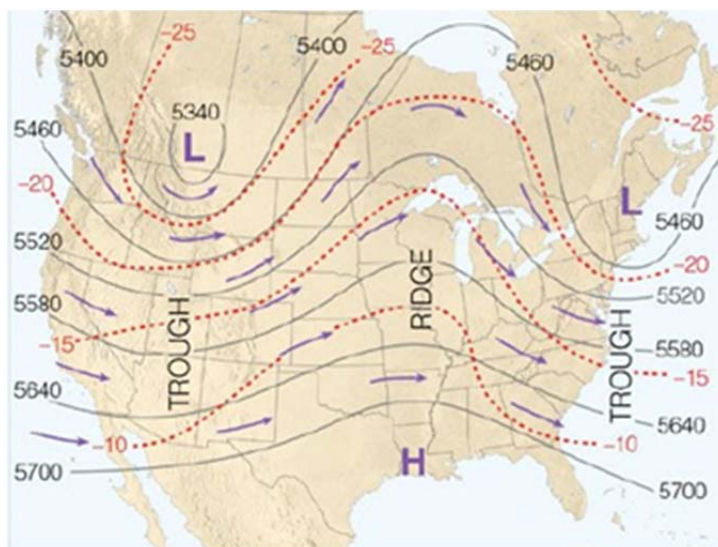
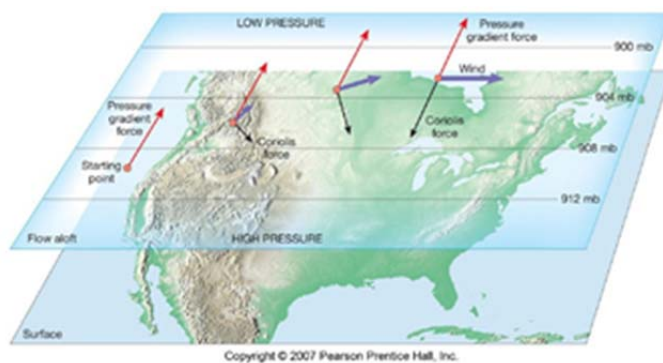
3.3 地轉風

在高空，空氣流動不受摩擦力所影響。因此，高空氣流主要受氣壓梯度力及地轉偏向力影響。

由於氣壓梯度力垂直(\perp)於等壓線；而地轉偏向力垂直於風向。

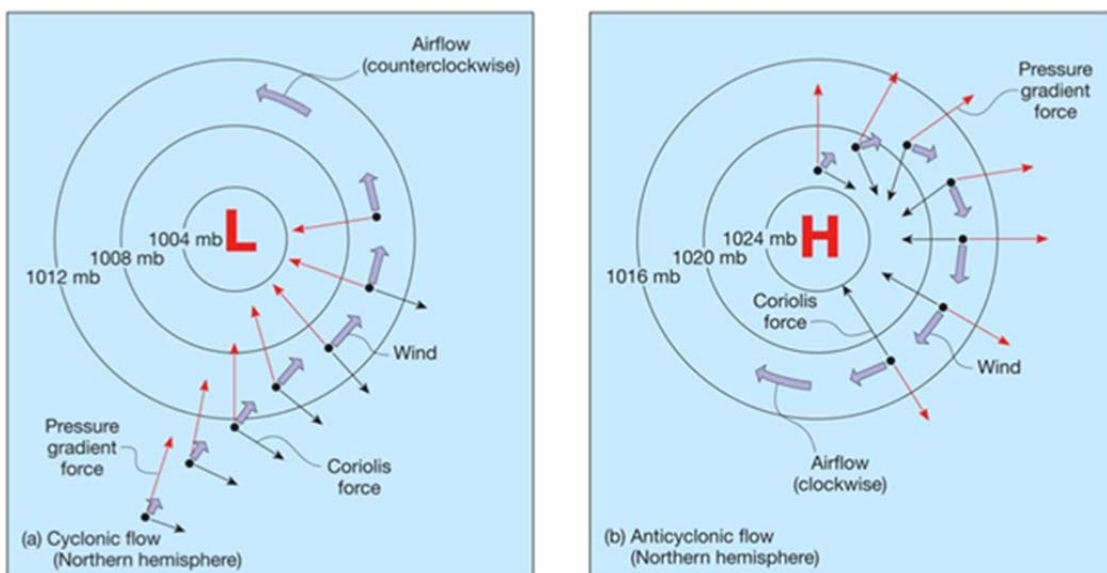
一股氣流最初受氣壓梯度加速，受地轉偏向力影響，風會慢慢偏向，而地轉偏向力亦隨之慢慢偏向。當風偏向至與等壓線平衡時，地轉偏向力與氣壓梯度力相反(見右圖)，因此很多時高空風常與等壓線平衡(見左下圖)。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組



典型高空天氣圖(500hPa)

實線為位勢高度，虛線為等溫線，箭號為風向。



Copyright © 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.

(Credit: The Atmosphere 11th Edition)

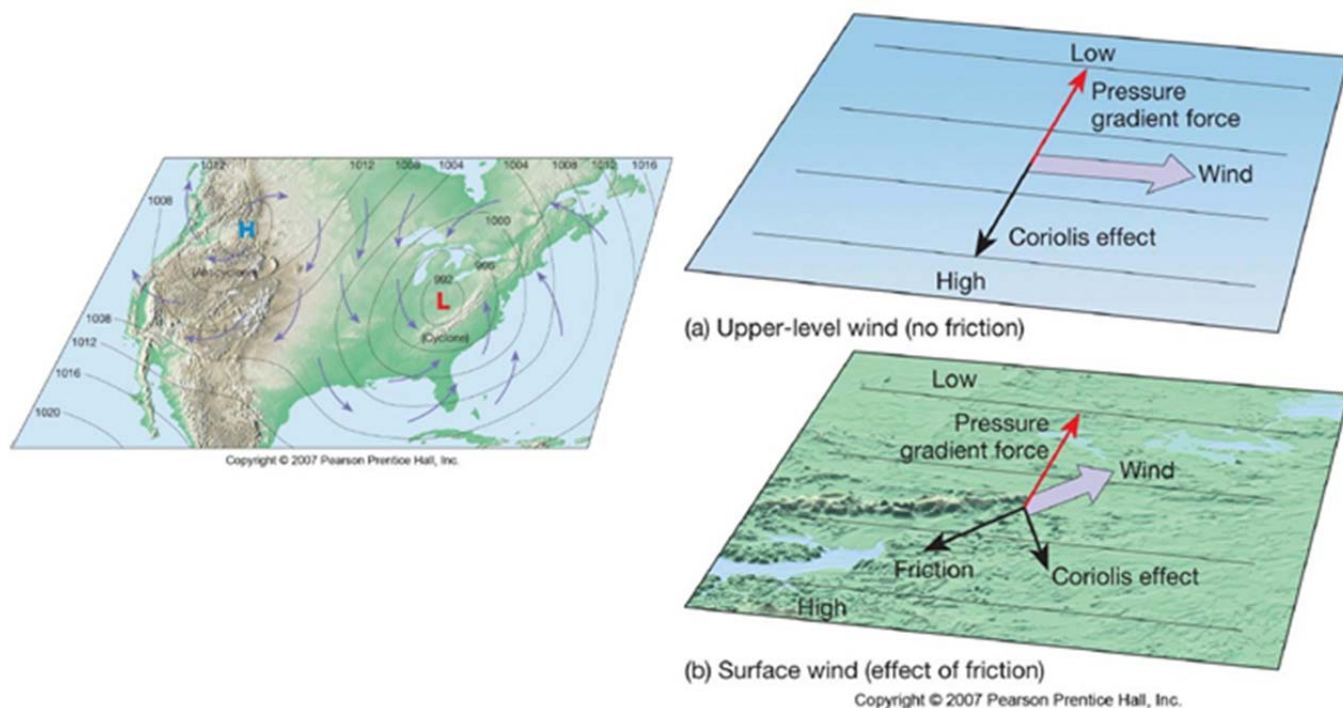
香港童軍總會 青少年活動 氣象組

3.4 摩擦力

對於高空氣流，摩擦力幾乎微不足道。但對於地面風，摩擦力變得重要。

摩擦力相反於風向，因此地面風向並非如地轉風般與等壓線平衡(見右圖)。一般而言，地面風與等壓線以 30° 交加。

所以，地面低壓中心以氣旋形式輻合，而高壓中心以反氣旋形式輻散。



(Credit: The Atmosphere 11th Edition)

3.5 大氣垂直運動 (Vertical Motion of Air)

3.5.1 大氣穩定度 (Atmospheric Stability)

大氣穩定度 (Atmospheric Stability) 指大氣的穩定性，即大氣中氣團垂直移動的傾向。一般而言，穩定的大氣是指大氣中的氣團傾向於下沉；反之，不穩定的大氣是指大氣中的氣團傾向於上升。

3.5.2 輻合及輻散 (Convergence and Divergence)

3.5.2.1. 輻合 (Convergence)

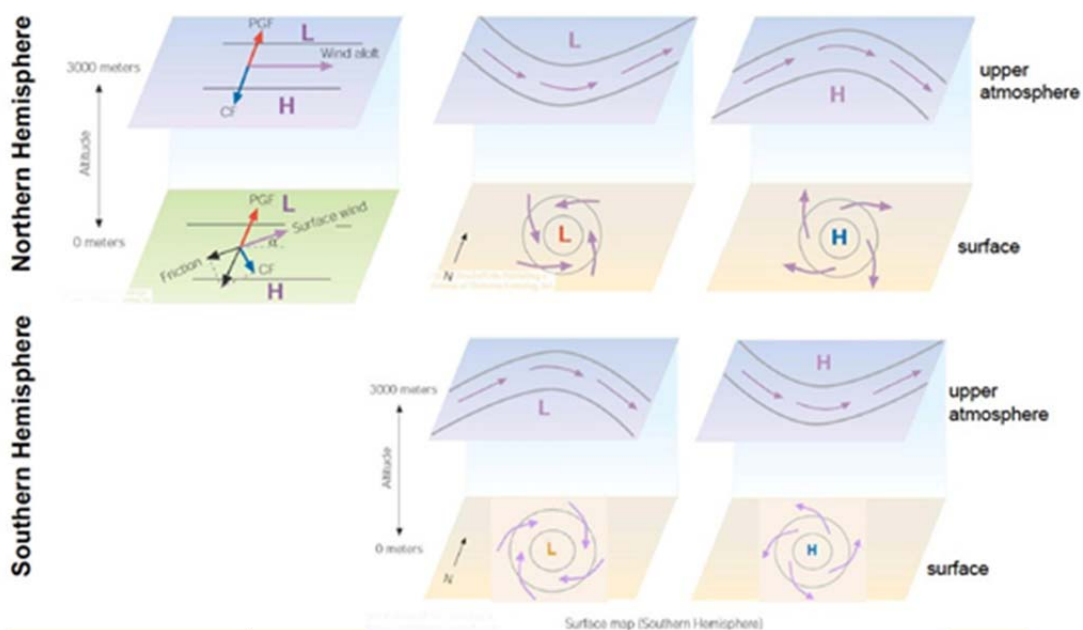
於地面低壓區，周邊的空氣會從四方八面向低壓中心流入。由於受到氣壓梯度力、奧科氏力及摩擦力共同影響，周邊空氣會反時針(北半球)或順時針(南半球)以氣旋方式(Cyclonic)流入。流到近中心位置會被逼抬升，當到達高空時，空氣會向外順時針(北半球)或反時針(南半球)以反氣旋方式(Anti-cyclonic)流出。

由於空氣被逼抬升，低壓區天氣一般多雲有雨，容易形成雨、雪、雷暴、熱帶氣旋等天氣系統。

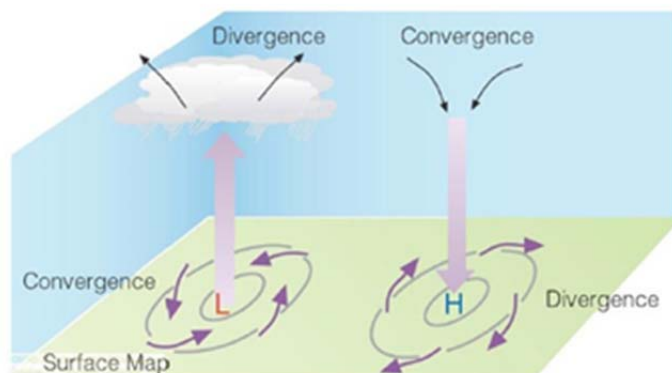
3.5.2.2.輻散 (Divergence)

於地面高壓區，空氣會向四方八面由高壓中心流出。由於受到氣壓梯度力、奧科氏力及摩擦力共同影響，空氣會順時針(北半球)或反時針(南半球)以反氣旋方式(Anti-Cyclonic)流出。中層空氣會下沉，而高空空氣會向內反時針(北半球)或順時針(南半球)以氣旋方式(Cyclonic)流入。

由於空氣被逼下沉，高壓區天氣一般天晴、乾燥。



(Credit: The Atmosphere 11th Edition)



3.6 大氣環流 (Global Circulation)

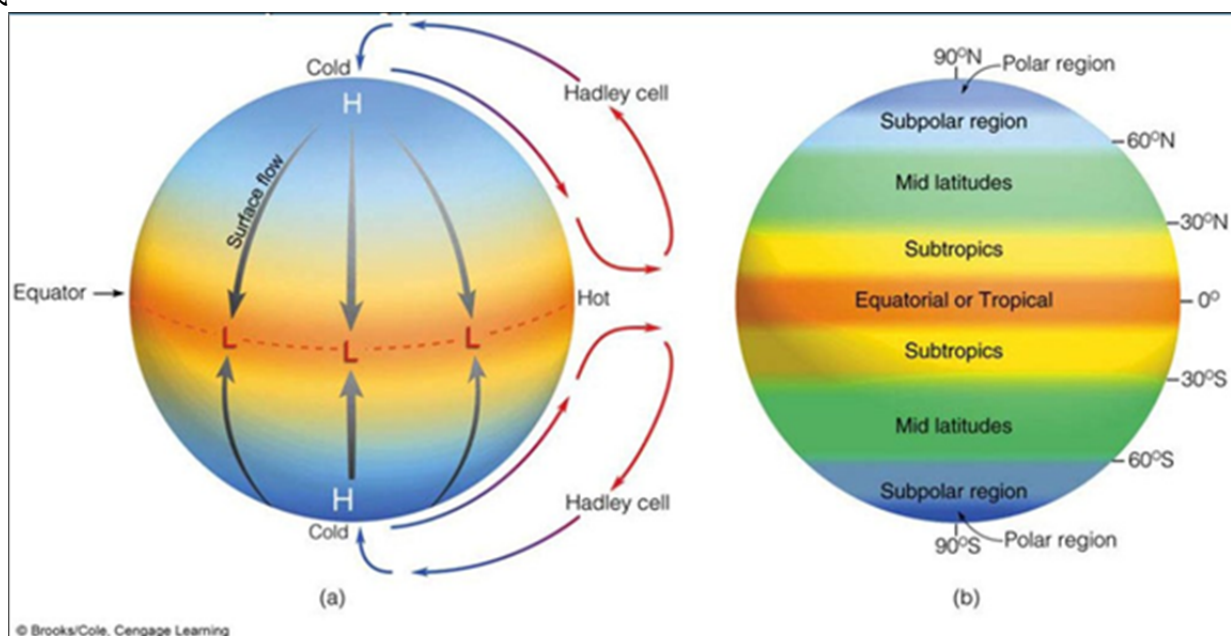
英國科學家哈得萊(George Hadley, 1685-1744)於 1735 年首先提出地球大氣的熱輸送模型。他認為，在高溫的赤道地表被加溫的空氣會因膨脹而變輕，並向上升；另一方面，在低溫的極地表面，被冷卻的空氣則會因遇冷收縮而變重，並向下移動，由此形成熱對流(Convection)。

3.6.1 單一環流模型(Single cell circulation model)

假設：

1. 地球表面全都被水覆蓋
2. 太陽永遠直接照射於赤道上(沒有季節變更)
3. 地球不會轉動

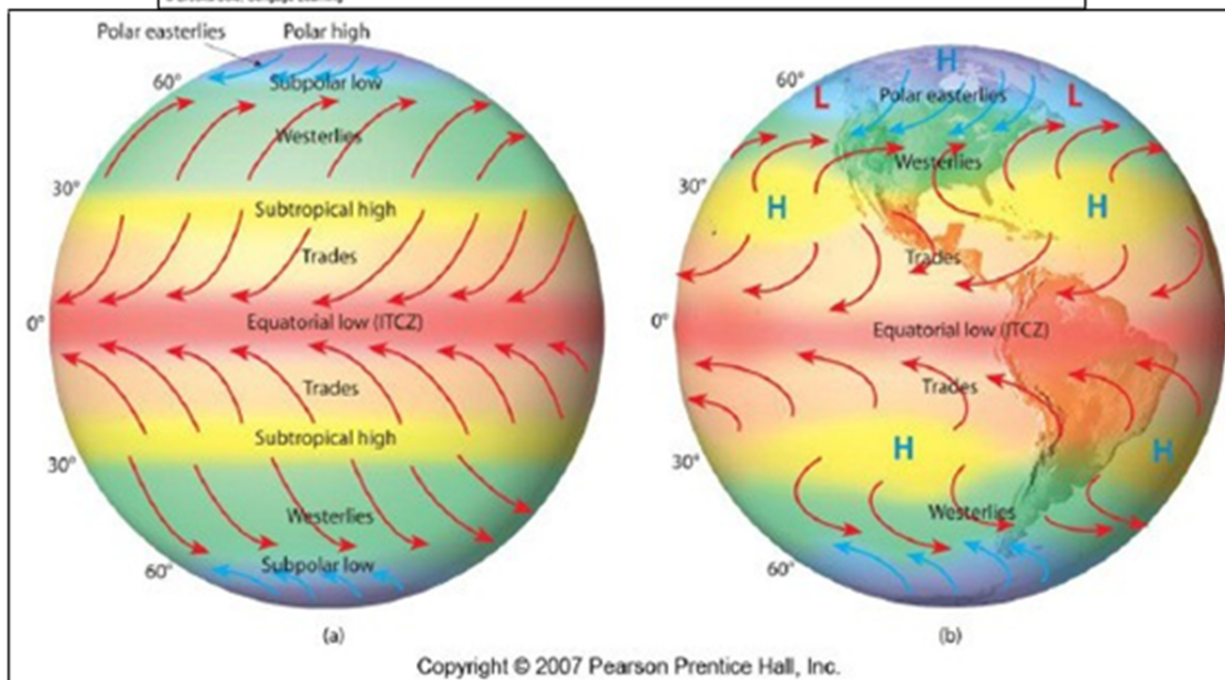
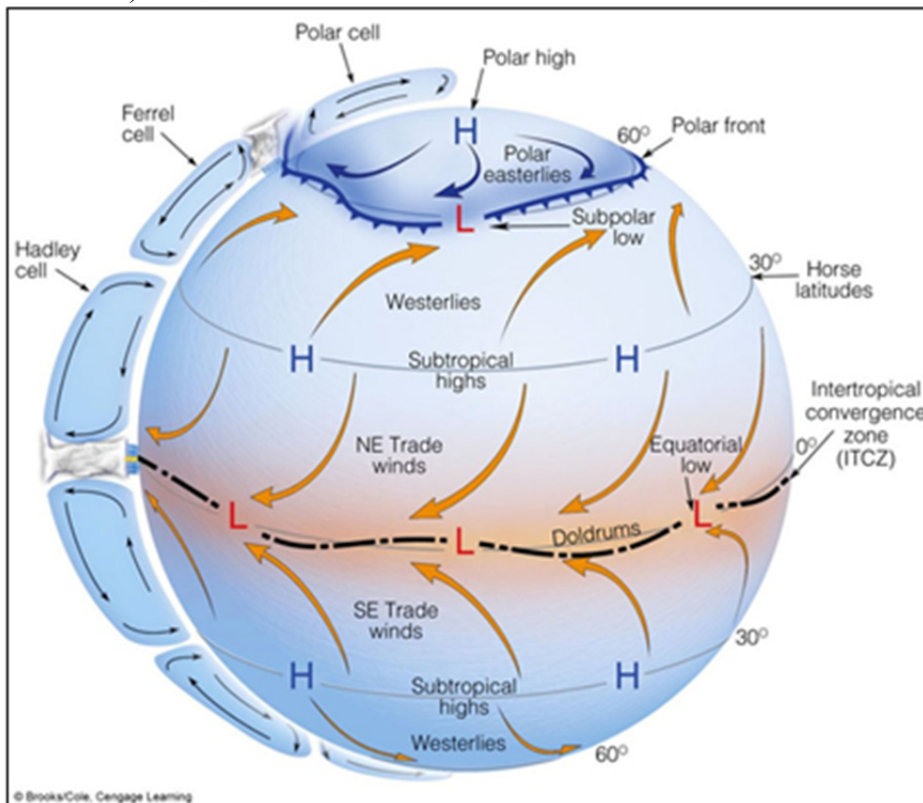
由於太陽直接照射於赤道(Equator)上，因此赤道的空氣會吸收最多太陽能量。空氣的密度因而變低，上升。於極地的空氣會吸收最少太陽能量，空氣的密度因而變高，下沉。因為赤道的空氣上升，所以極地的空氣會流向赤道補充上升空氣。因此，哈得萊環流(Hadley cell)形成。



(Credit: The Atmosphere 11th Edition)

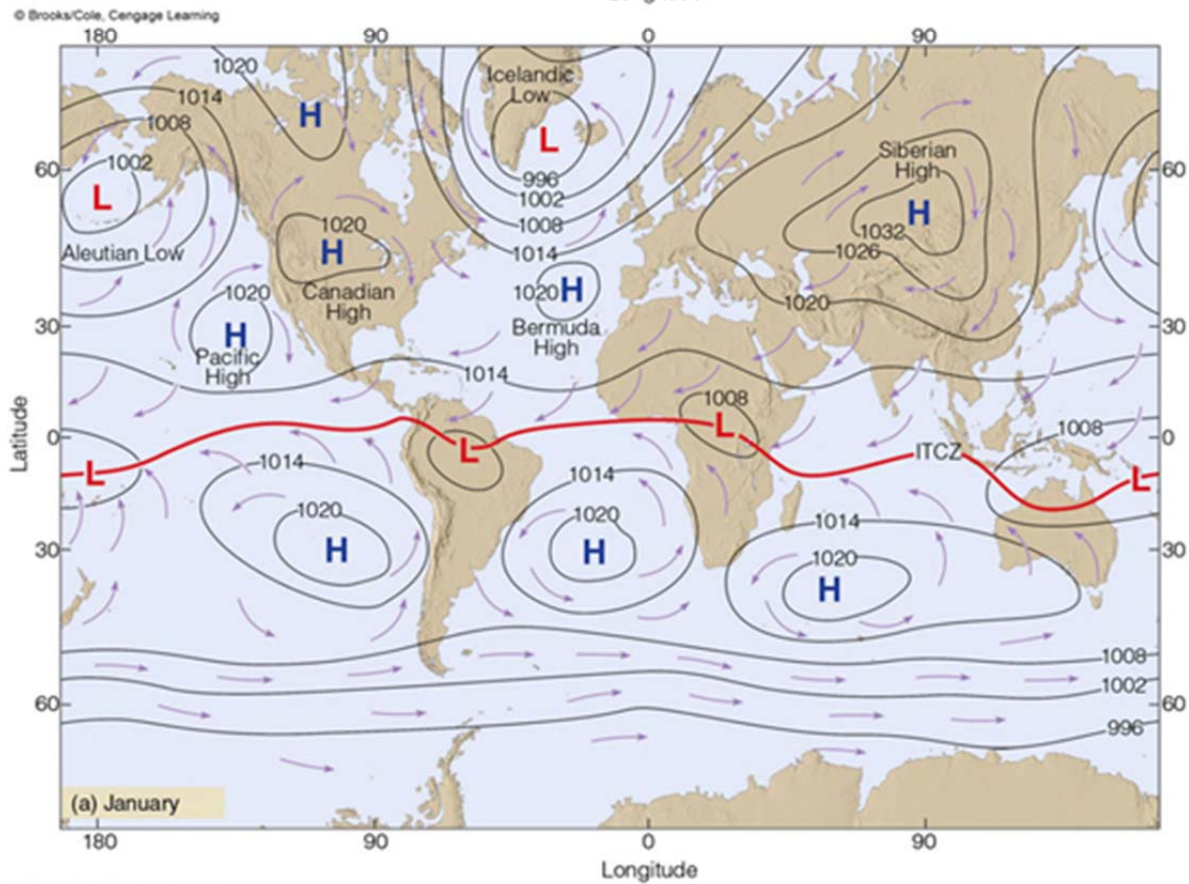
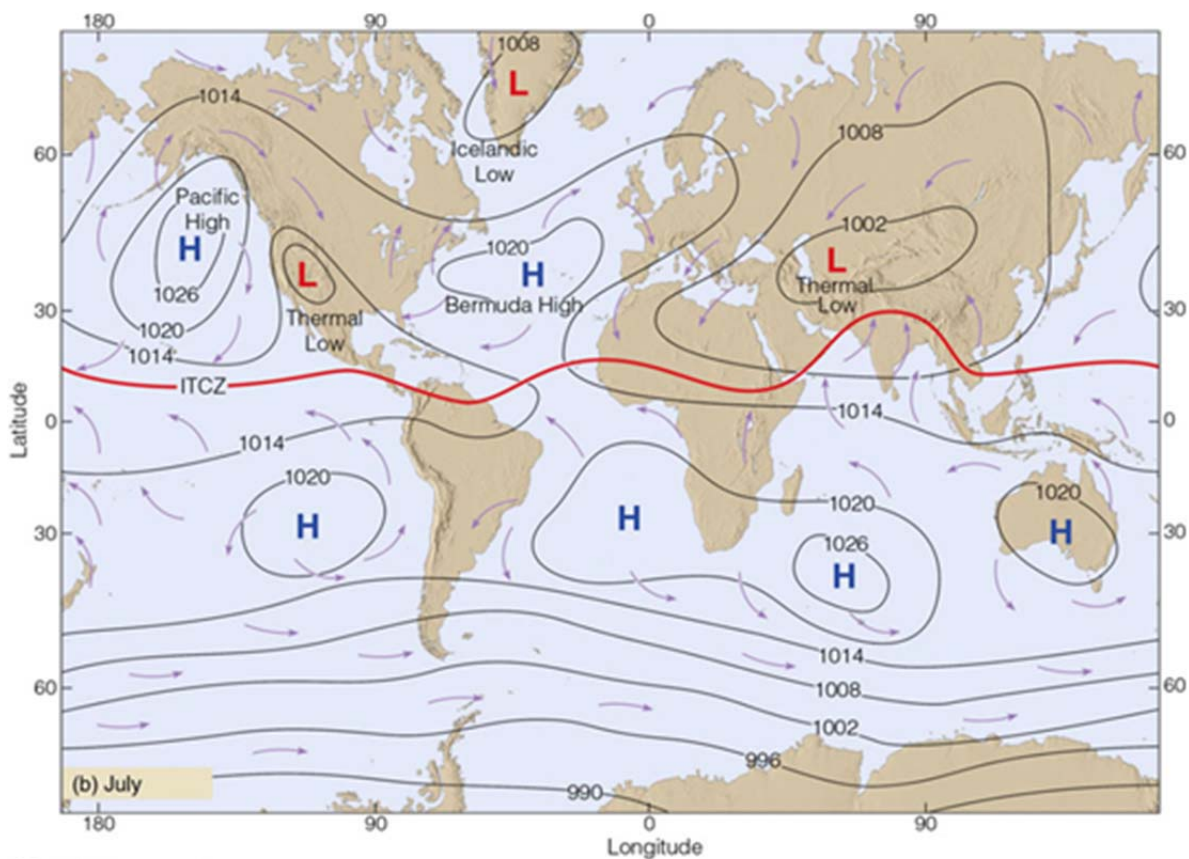
3.6.2 三圈環流模型(Three cell circulation model)

由於地球是在自轉和有季節變更，因此單一環流並不真實。而單一環流會分裂成三個環流 --- 哈得萊環流(Hadley cell)，費雷爾環流(Ferrel cell)和極地環流(Polar cell)。基本原理是和單一環流模型相同。奧科士力(Coriolis Force)因地球自轉而產生(北半球氣流偏右；南半球氣流偏左)。信風(Trade winds)因而產生。



(Credit: The Atmosphere 11th Edition)

香港童軍總會 青少年活動 氣象組



(Credit: The Atmosphere 11th Edition)

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

地球有四個主要的氣壓帶

1. 赤道低氣壓帶(Tropical Low)

它分佈在南北緯 5° 之間。這個地區終年受太陽直射或接近直射，地面溫度很高。這區空氣強烈上升，地面常出現低氣壓帶。又由於它處於東北信風和東南信風的輻合地帶，所以也稱為熱帶輻合帶(Inter-Tropical Convergence Zone, ITCZ)。由於對流旺盛，雲量較多，雨量豐沛，所以有濕熱多雨的氣候特徵；它更是熱帶氣旋的主要發源地。此外，這裡空氣以上升為主，因此很小水平流動的風，所以這裡又稱為赤道無風帶(Doldrum)。

2. 亞熱帶高氣壓帶(Sub-tropical High)

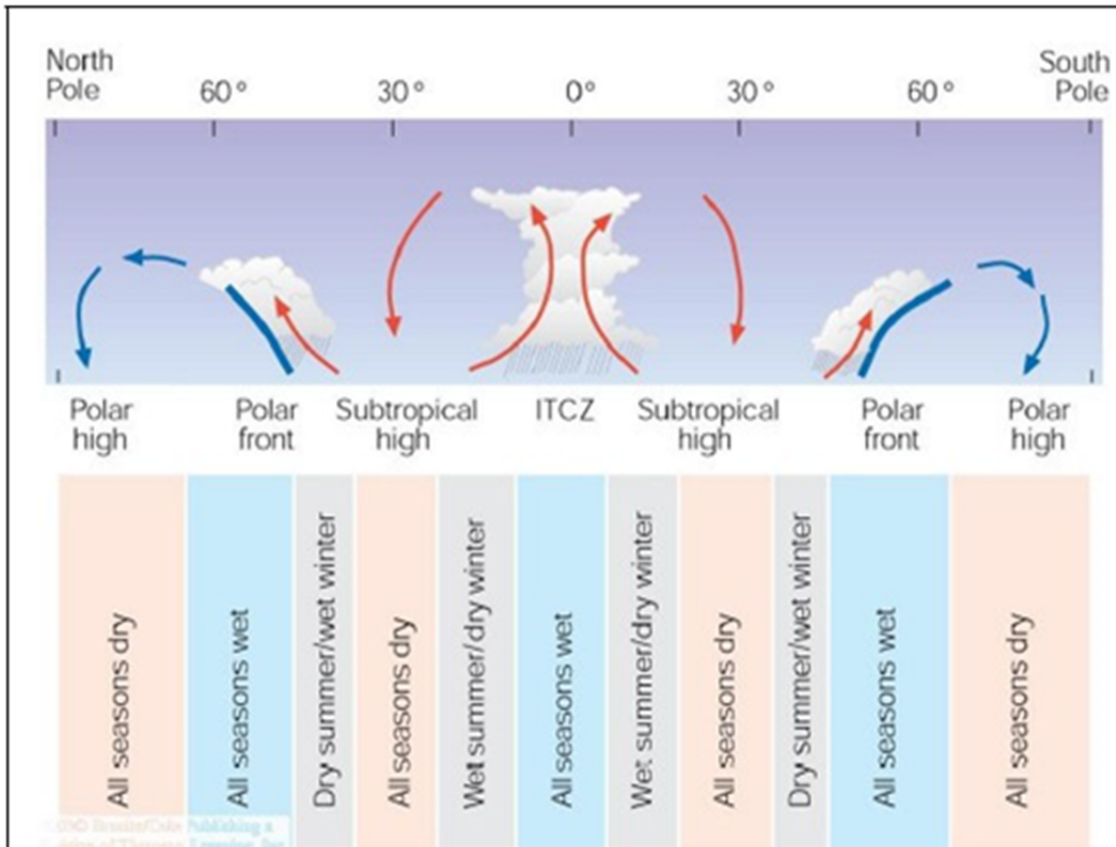
它分佈在南北緯 30° 附近的亞熱帶地區，此高壓帶的形成完全是下沉作用所致。在亞熱帶高氣壓長期控制下的大陸，空氣乾燥，雨量稀少，熱帶沙漠廣泛分佈，例如非洲的撒哈拉沙漠、澳洲中部沙漠、南美洲智利北部的阿塔卡馬沙漠、北美洲的莫哈維沙漠和非洲西南部的納米比亞沙漠都是位處於亞熱帶高氣壓帶的。

3. 副極地低氣壓帶(Sub-polar Low)

它分佈在南北緯 50° 至 70° 附近。在這個地帶，盛行西風與極地東風相遇，冷、暖空氣輻合上升，氣壓降低，氣旋和冷空氣交換甚為頻繁，形成極地鋒面(Polar front)。這個地帶常有風暴發生，故亦稱為「副極地風暴帶」。

4. 極地高氣壓帶(Polar High)

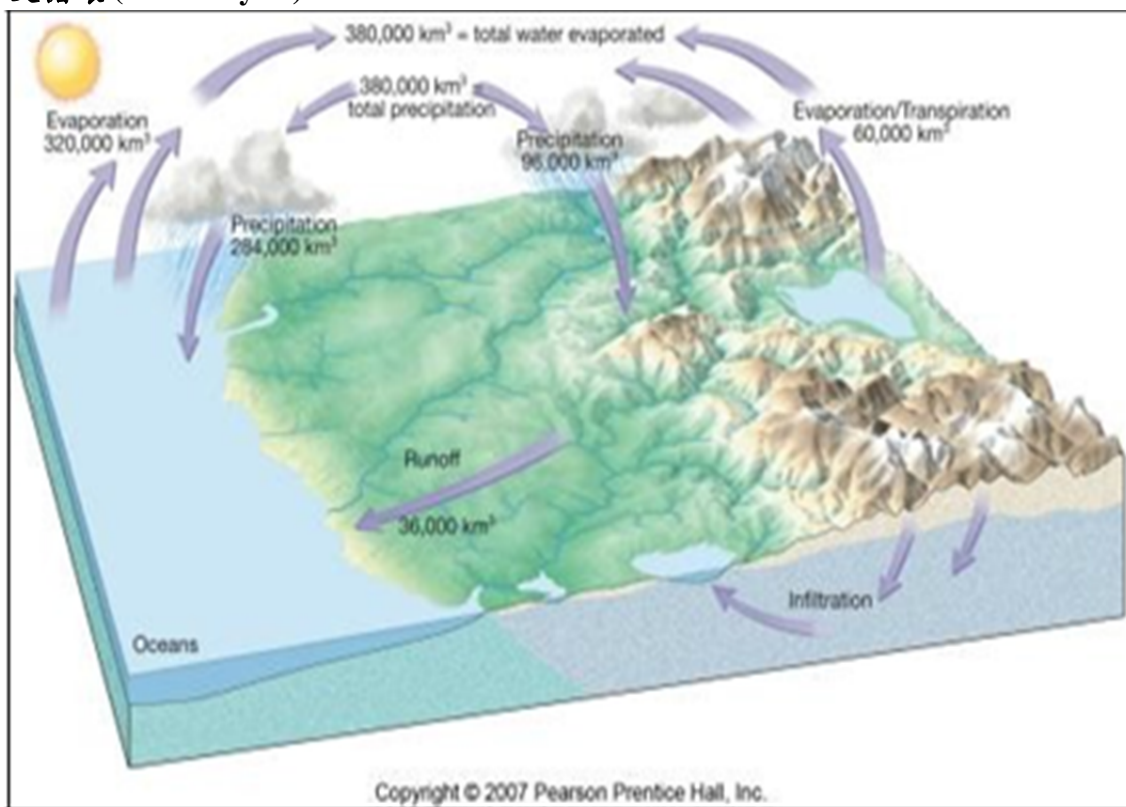
它處於南北極地帶，是氣流下沉的輻散區。這地區由於輻射冷卻，大氣層結構穩定；天晴少雲，溫度低，成為冷空氣的發源地。



(Credit: The Atmosphere 9th Edition)

四. 雲態學

4.1. 水文循環 (Water Cycle)



水文循環

1. 地表上的液態水蒸發後，成為水汽進入大氣。
2. 水汽進行絕熱膨脹 (Adiabatic Expansion)，而其溫度下降。
3. 當大氣的水汽到達露點溫度時，水蒸發凝結成飽和水汽 (液態水)。
4.
 - a) 如果飽和水汽太重，飽和水汽便回到地面。這便叫「降水」或「下雨」。
 - b) 如果飽和水汽經冷卻成冰塊，回到地面未完全溶解。這便叫「下雹」。如果飽和水汽經凝華成雪，回到地面未完全溶解。這便叫「下雪」。
 - c) 之後，液態水再被蒸發，形成一個循環。

4.2. 雲 (Clouds)

雲的定義為微細水點、冰晶或兩者共同存在的集合體。一般懸浮在空中，但有時亦會非常貼近地面。當雲底貼近地面時，便會形成霧。雲態學(Nephology)就是專門研究雲及雲的形成的學科。

4.2.1 成雲過程

雲的形成過程中需要把水汽凝結成為微細水點，即令空氣飽和。之前濕度課節中曾經提過，要把不飽和的空氣變成飽和狀態有兩個主要方法，一是把空氣冷卻至露點溫度，另一方法是增加水汽含量令露點溫度升高。

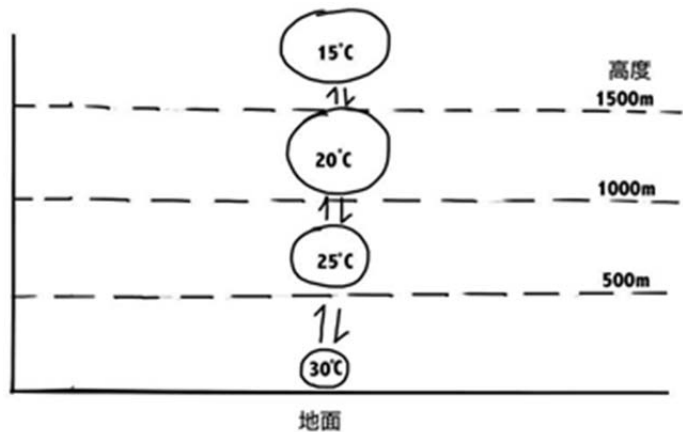
若欠缺抬升過程，只增加水汽含量，或只靠空氣冷卻，水汽會於近地表結，形成霧。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

4.2.2 抬升過程 (Lifting Process)

當空氣由地表被抬升時，由於絕熱膨脹 (Adiabatic Expansion)，由抬升的空氣溫度下降，此現象稱之為絕熱冷卻 (Adiabatic Cooling)。

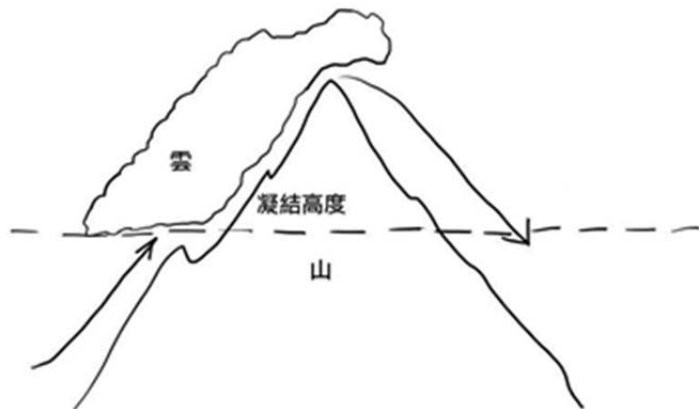
因此，即使沒有水汽補充，只要把空氣抬升，使其冷卻低至露點溫度，也會有機會成雲。



(a) 地形抬升 (Orographic Lifting)

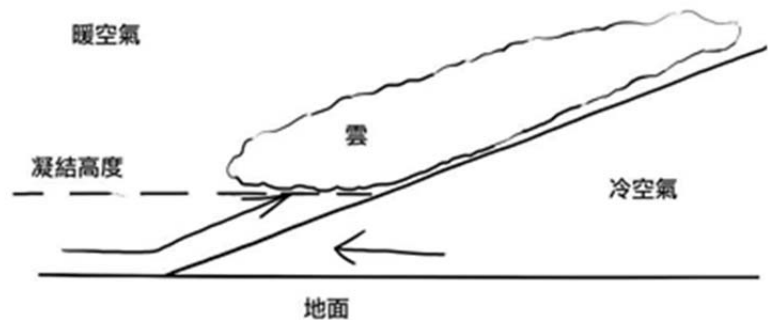
當空氣流過山脈時，受地形影響，空氣會被逼抬升。抬升至一定高度時，空氣被冷卻至露點溫度，形成雲。

不過由於水汽於抬升過程中凝結了，當空氣流過山脈後，水汽含量比流過山脈前小。因此向風坡往往多雲有雨；背風坡往往乾燥炎熱。此現象稱之為焚風 (Foehn Wind)。



(b) 鋒面抬升 (Frontal Lifting)

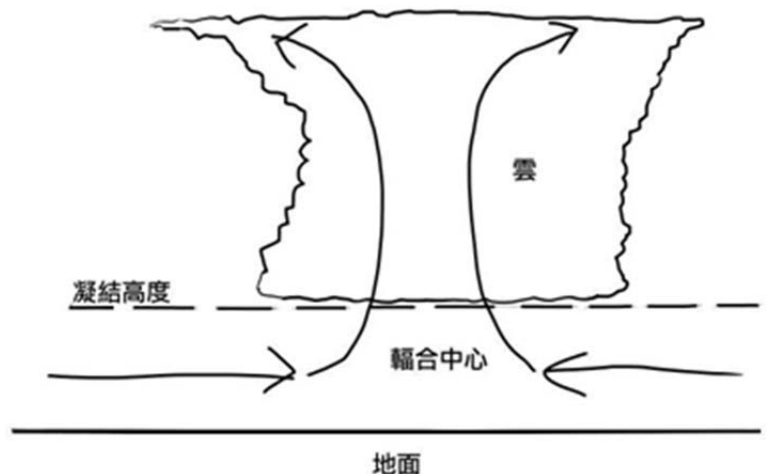
當冷空氣遇上暖空氣，便會形成鋒 (Fronts)。暖空氣由於比冷空氣密度較低，暖空氣會沿著鋒面上升，形成鋒面抬升，形成雲。



(c) 輻合抬升 (Convergence)

當空氣由幾個方向流入時，空氣會被逼向上流走，形成抬升效果。

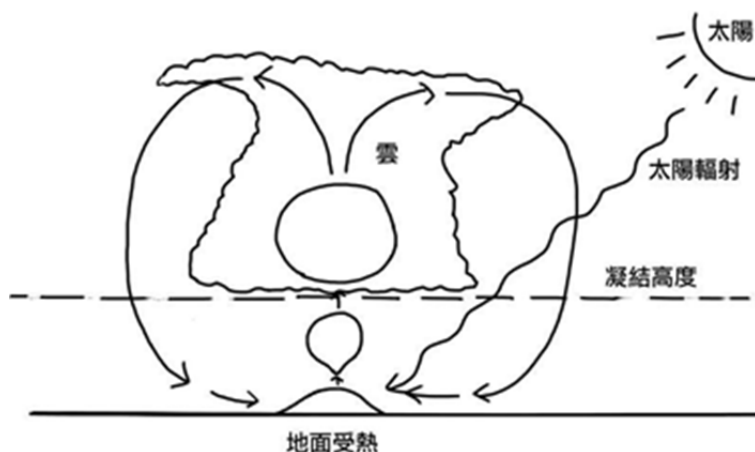
熱帶輻合帶 (ITCZ)、熱帶氣旋、低壓區等是其中的主要例子。



香港童軍總會 青少年活動 氣象組

(d) 對流抬升 (Localized Convective Lifting)

於太陽照射比較猛烈的日子，地面由於受熱引致快速升溫。地表附近的空氣受到加熱而向上升，形成對流抬升。



4.2.3 雲高

雲高，又名雲底高度，是指雲的底部距離地面的高度。因此，雲會以不同雲底高度來區分為「高雲族」、「中雲族」及「低雲族」。

	極地	中緯度地區	熱帶地區
高雲族	3-8 公里	5-13 公里	6-18 公里
中雲族	2-4 公里	2-7 公里	2-8 公里
低雲族	0-2 公里	0-2 公里	0-2 公里

4.2.4 測量儀器

(a) 雲幕燈

雲幕燈發射一束光柱，垂直照到雲底一點，通過觀測點測出視線到雲底一點與地平線的夾角，根據三角方法可以算出雲底的高度。

$$\tan \theta = \frac{h}{L}$$



(b) 雲幕儀

它是利用光發射器，發射一束雷射光，射向天頂雲底，光源碰到雲底即被反射回來，被地面接收機所接受。光波在空中傳播的速度是每秒三十萬公里，根據雷射光從發射到接收的時間就能知道雲的高度。



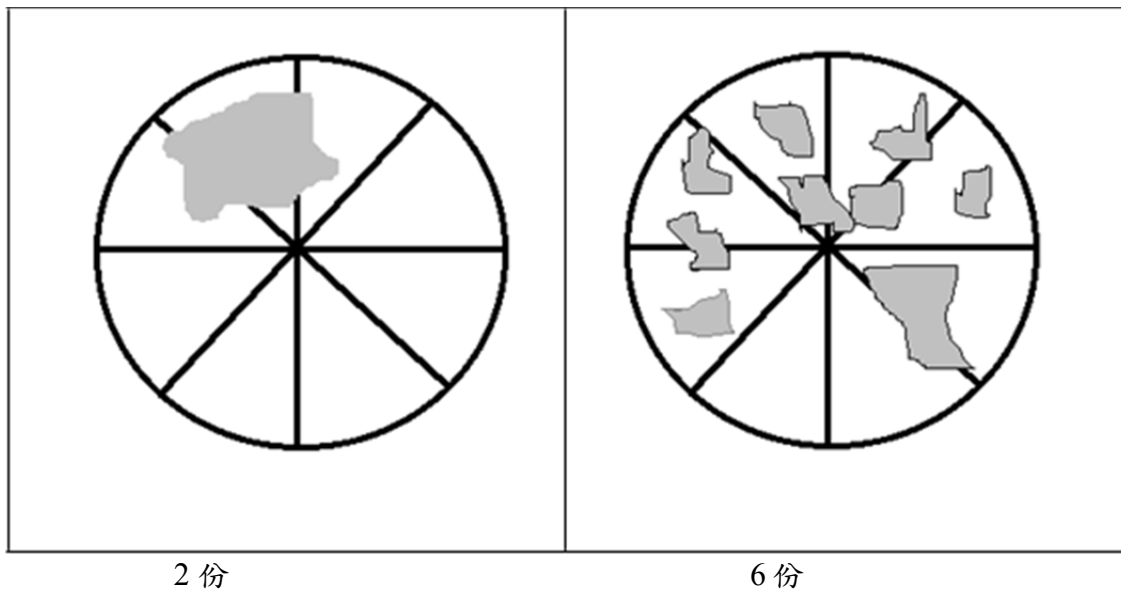
$$h = \frac{ct}{2}$$

h=雲高
c=光速 (c=300000000ms⁻¹)
Δt=雷射光發射發接收的相差時間

4.2.5 雲量

雲量是先把天空分為八份，估計天空被不同雲族的雲遮蔽之面積而計算。

雲量	形容
0 份	天朗氣清
1 - 2 份	稀薄雲層
3 - 4 份	零散雲層
5 - 7 份	疏鬆雲層
8 份	天色陰暗



4.3. 雲的形成

4.3.1 雲的形成離不開水文循環(Water Cycle)，地面上的液態水蒸發成水汽，升上高空，並於高空中凝結成水點或凝華成冰晶，形成雲。一般而言，雲有四種形狀：卷狀雲、層狀雲、波狀雲及積狀雲。

(a) 卷狀雲

形狀 - 絲狀，如羽毛、亂髮、馬尾等。

形成 - 通常由強烈對流把水汽帶到高空凝華成冰晶形成。

(b) 層狀雲

形狀 - 成片，少見縫隙，分佈均勻。

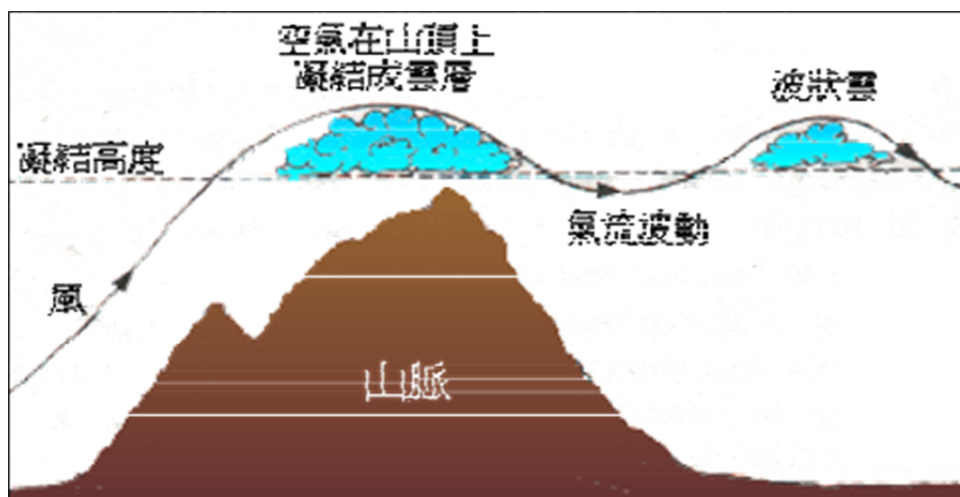
形成 - 通常層狀雲會於逆溫層下形成。水汽從地面蒸發及上升，但是水汽不能穿越逆溫層。因此，水汽被迫橫向發展。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

(c) 波狀雲

形狀 - 大致排列有序的波動，或成行、成列、成片。

形成 - 在逆溫層附近，不僅容易產生波狀運動，而且逆溫層還能抑止水汽向上輸送，使水汽儲積在逆溫層下，替波狀雲的生成作了準備工作。當風從山背吹來，地形逼使氣流產生波狀運動。高於凝結高度的水汽，凝結成雲；而低於凝結高度的水汽，不被此外，凝結成雲。通常，在山脈的背風面也常出現山嶽波所引起的波狀雲。



< 轉載自香港天氣資料中心 >

(d) 積狀雲

形狀 - 垂直向上發展，具有孤立、分散的特點。

形成 - 通常積狀雲會於幅合地區（低壓區）或炎熱而潮濕夏天中發展。

4.3.2 積雨雲的形成過程

<p>【形成階段】 10 ~ 15 分鐘</p>	<p>地面受熱使近地氣流不穩定，而產生忽生忽消之熱氣塊。而熱氣塊向上發展成淡積雲。</p> <p>高度可達 4.5 公里，直徑可達 1.5 公里雲內包含水點 (water droplet)，過冷水點 (super-cooled water droplet) 和冰晶 (ice crystals)</p>
<p>【成熟階段】 15 ~ 30 分鐘</p>	<p>濃積雲因雲內上升氣流不斷發展而形成積雨雲。在這個階段，雲內的氣流會帶著冰雹不斷地上下徘徊而產生靜電及垂直向下氣流。當上升氣流減弱或雲內冰雹、水點重量過重，積雨雲便大量降雨、雷電、下雹。</p> <p>上升氣流 (up-draught) 可高達 160 km/h 下沉氣流 (down-draught) 可高達 80 km/h 雲頂高度可達 10 - 12 公里 雨量可達 25 mm/hr，熱帶地區可達 50 - 75 mm/hr</p>
<p>【消散階段】 45 分鐘 ~ 數小時</p>	<p>大部份水份會以下雨或蒸發形式離開積雨雲。此時，積雨雲會分為二部份：上部份變為偽卷雲或高積雲；下部份變數小時為積雲。</p>



4.4. 雲的種類

雲的形狀千變萬化。經過長年累月的觀察，氣象學家將雲分為 10 種基本雲屬(genus; pl: genera)，其後更細緻地分為 27 種雲種(species)。然而，10 種基本雲態為公眾最常用之分類，稱之為 10 屬雲(10 cloud genera)。

為雲態進行分類，基本從兩個方向入手：高度和形態。

按高度分為三雲族(family)：

2000 米以下：低雲族(low clouds)

2000 米至 6000 米：中雲族(middle clouds)

6000 米至對流層頂：高雲族(high clouds)

另外亦有雲種被歸類垂直發展雲族(clouds of vertical development)

形態方面，亦分為四大主要雲狀(此外還有其他)：層狀雲(stratiform)、波狀雲(stratocumuliform)、積狀雲(cumuliform)及卷狀雲(cirriform)。

層狀雲一般是成片的，少見縫隙，分佈均勻。

波狀雲大致為排列有序的波動，形狀或成行、成列、成片。

積狀雲一般垂直向上發展，具有孤立、分散的特點。

卷狀雲一般如細絲或毛髮，稀疏、彎曲。

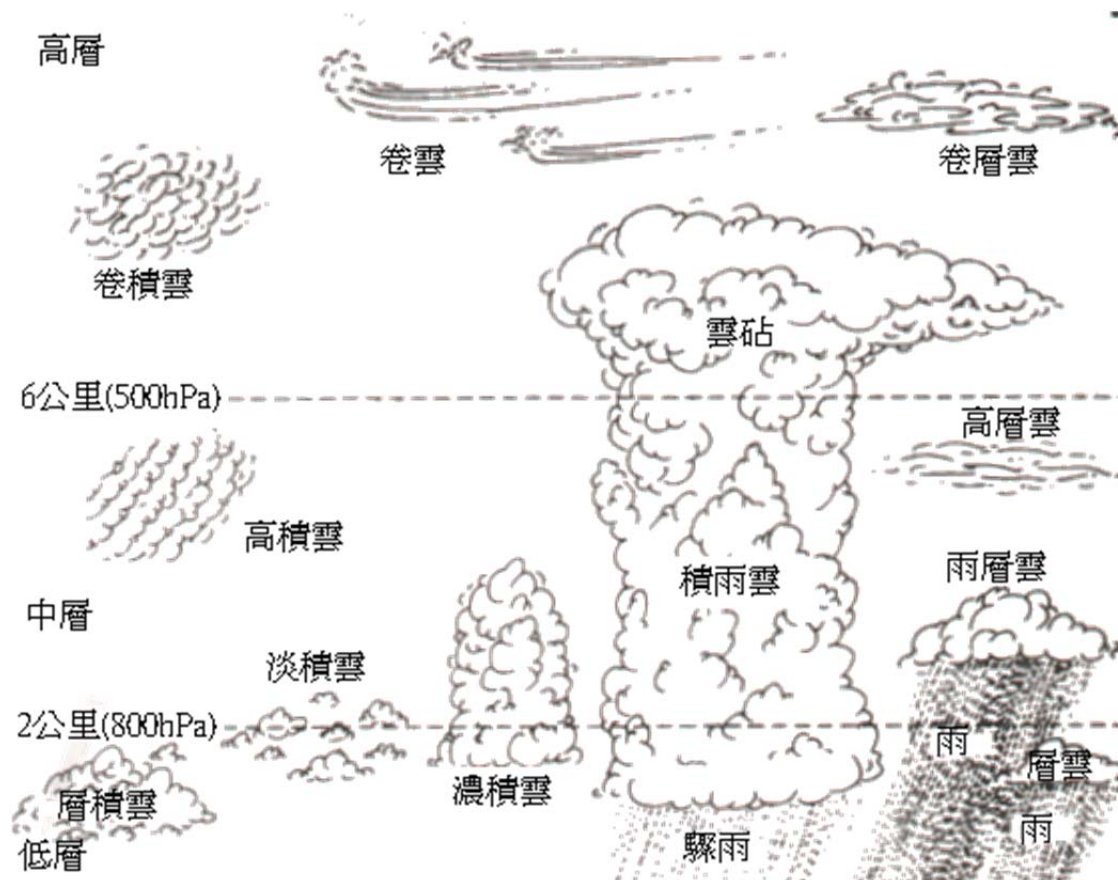
香港童軍總會 青少年活動 氣象組

明白以上分類後便可將雲屬按下表歸類：

	卷狀雲	層狀雲	波狀雲	積狀雲
高雲族	卷雲(Cirrus, Ci)	卷層雲(Cirrostratus, Cs)	卷積雲(Cirrocumulus, Cc)	積雲(Cumulus, Cu) 積雨雲(Cumulonimbus, Cb)
中雲族		高層雲(Altostratus, As)	高積雲(Alto cumulus, Ac)	
低雲族		雨層雲(Nimbostratus, Ns)	層積雲(Stratocumulus, Sc)	
		層雲(Stratus, St)		

雨層雲由於跨越低雲族及中雲族的高度區域，部分機構會歸類為中雲，亦有部分會歸類為低雲。

積雲和積雨雲為垂直發展雲族，但亦有時會有機構歸類為低雲族。



香港童軍總會 青少年活動 氣象組

高雲族

卷雲 Cirrus(Ci) - 白色、絲縷結構，如白雲絲片

卷積雲 Cirrocumulus(Cc) - 白色、如細鱗片狀或小薄球

卷層雲 Cirrostratus(Cs) - 白色、絲縷狀雲幕

中雲族

高積雲 Altocumulus(Ac) - 白、灰白、薄塊、團塊

高層雲 Altostratus(As) - 淺灰色、條紋絲縷狀雲幕

低雲族

層積雲 Stratocumulus(Sc) - 灰白、晴灰色、鬆動大雲塊或滾軸狀雲條

層雲 Stratus(St) - 灰色、低像霧而較均勻雲幕

雨層雲 Nimbostratus(Ns) - 暗灰色、暗黑低而均勻的降水雲層

垂直發展雲族

積雲 Cumulus(Cu) - 底部平坦，頂成圓拱形突出，個體分明的雲塊

積雨雲 Cumulonimbus(Cb) - 暗灰色、孤立濃厚，大塊雲或佈滿全天

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

4.5 雲可以代表當時天氣及預測天氣：

雲態	天氣諺語	現時	預測
卷雲	天上鈎鈎雲，地上雨淋淋	晴朗	可能轉壞
卷積雲	魚鱗天，不雨也瘋癲	晴朗	日出時刻： →卷雲：維持晴朗 →高積雲：降雨（醞釀過程約6小時） 日落時刻出現：持續下雨（約四天）
卷層雲	日暈三更雨，月暈午時風 日月周圍有黃圈，下雨就在下半年	晴朗	→卷雲：維持晴朗 →增厚：天氣轉壞的先兆，持續下雨（約4天） 日落時刻出現：天色呈淡橙紅色，天氣急速轉壞
高積雲	瓦塊雲，曬煞人	晴朗	維持晴朗（2~3天） 日落時刻出現：天氣轉壞，降雨
高層雲		天陰	
雨層雲		天陰	持續下雨（約4天）或降雪（約7天）
層積雲		晴朗	
層雲		晴朗	清晨出現：天氣轉好
積雲		晴朗	淡積雲：持續晴朗 濃積雲：間中驟雨，可能變為積雨雲
積雨雲	南閃晴，北閃雨 先雷後雨，下雨不過瓢把水	間中有大風雨	雨量驚人、下冰雹、雷電交加、龍捲風 降雨後，預測天氣轉好

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

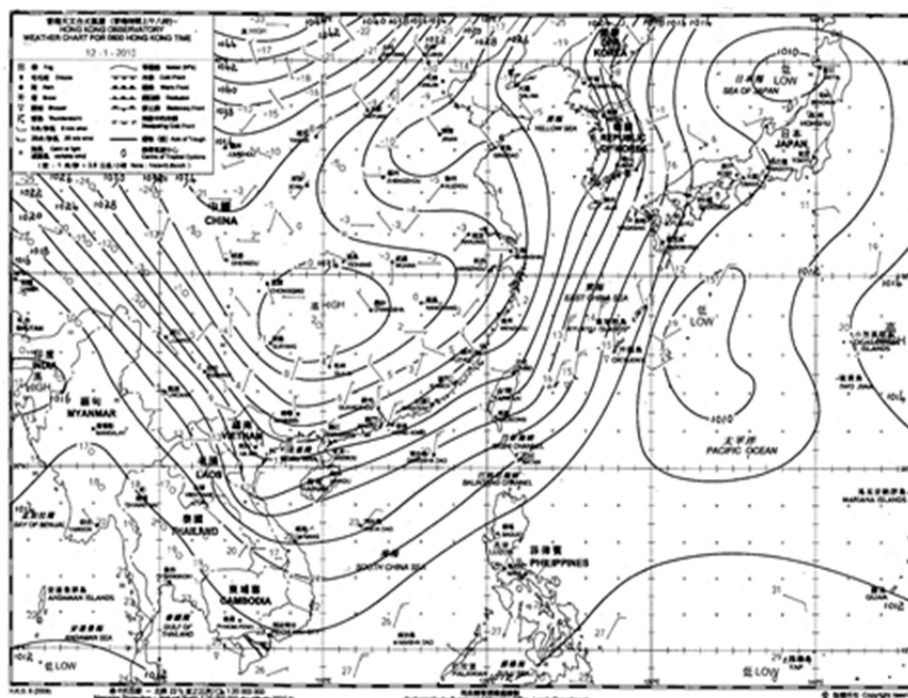
五. 天氣系統

5.1 季候風 (Monsoons)

隨著季節更替，陸地和海洋出現溫度差距，因而形成的大範圍(尺度)風系統，就是季候風。

(a) 冬季季候風 (Winter Monsoons)

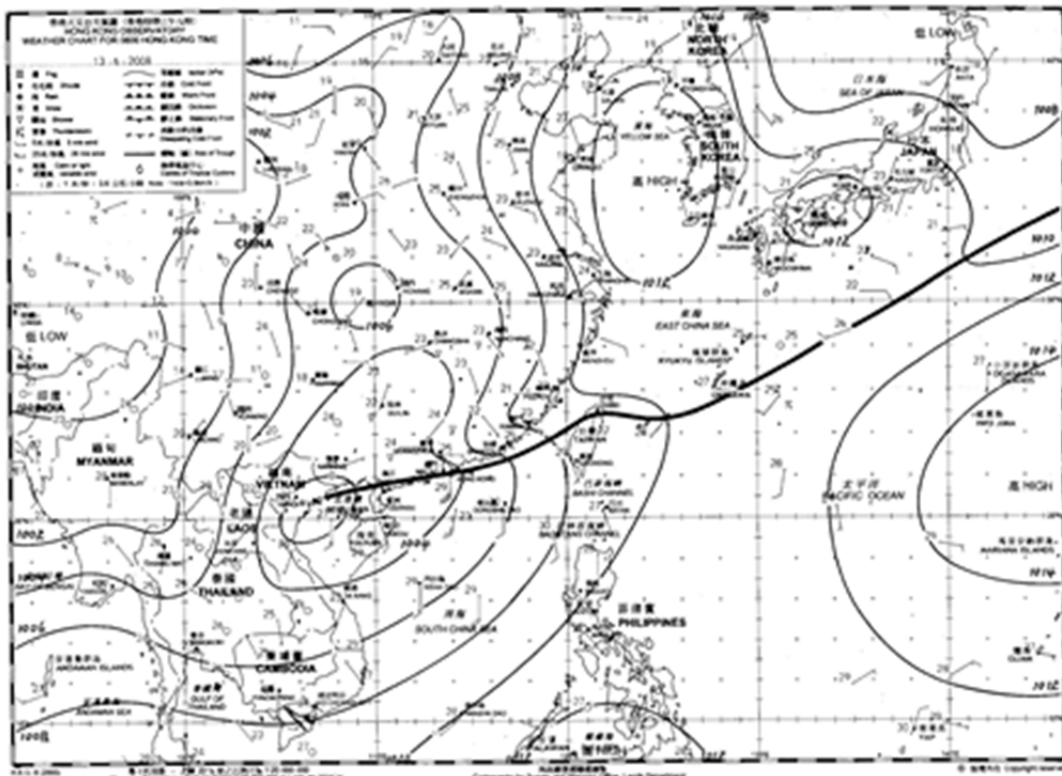
冬天，亞洲大陸冷卻比海洋快，導致其中部十分寒冷。因此冷空氣集結，氣壓上升，形成一股巨大的大陸性反氣旋於內陸(西伯利亞)形成。有時，在高空擾動氣流影響下，冷空氣會南下橫過中國，形成寒潮(Cold Surge)。在冬季不同時間，隨著各天氣系統的配合，寒潮可從北面、東北面或東面抵達香港。



香港童軍總會 青少年活動 氣象組

(b) 夏季季候風 (Summer Monsoons)

夏天，亞洲大陸受到太陽的強烈照射。由於地面溫度上升得比海洋快，地面上方的氣壓因此較海洋低。溫暖潮濕的空氣於是從印度洋及南海向這個低壓區補充，為香港帶來南至西南的夏季季候風。



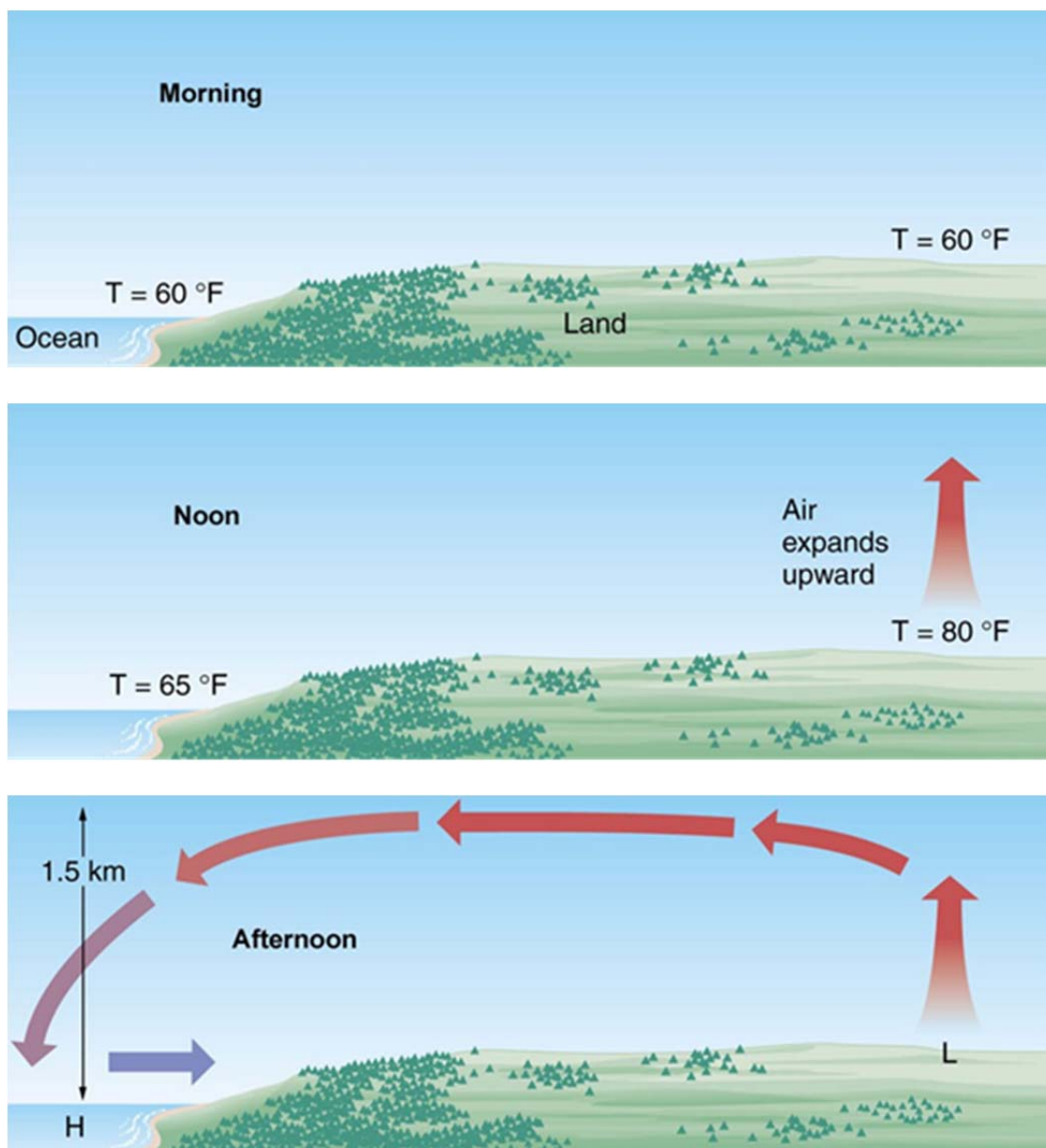
5.2 海、陸風(Land and Sea Breezes)

海、陸風和季候風形成原理相似，一樣都是因為陸地和海洋的日夜溫差而形成。不過，海、陸風的規模(尺度)比季候風小，維持時間亦比較短。海、陸風只影響沿岸地區；季候風影響範圍較大。風速方面，海、陸風亦會比季候風柔弱。

日間由於陸地及海洋受太陽照射而升溫，而陸地溫度比海洋上升得較快，於是陸地上的氣壓比海洋較低。此氣壓差為陸地帶來較為清涼的海風。

夜間由於陸地散熱比海洋較快，因此海洋上的氣壓會比陸地低。陸地上的空氣會向海洋補充，形成陸風。

一般而言，海風比陸風大，甚至可達 5-6m/s，而陸風只有 1-2m/s。由於風勢柔弱，海、陸風一般要在背景風勢微弱的日子才會被感受到，例如大氣穩定及天氣晴朗的日子。

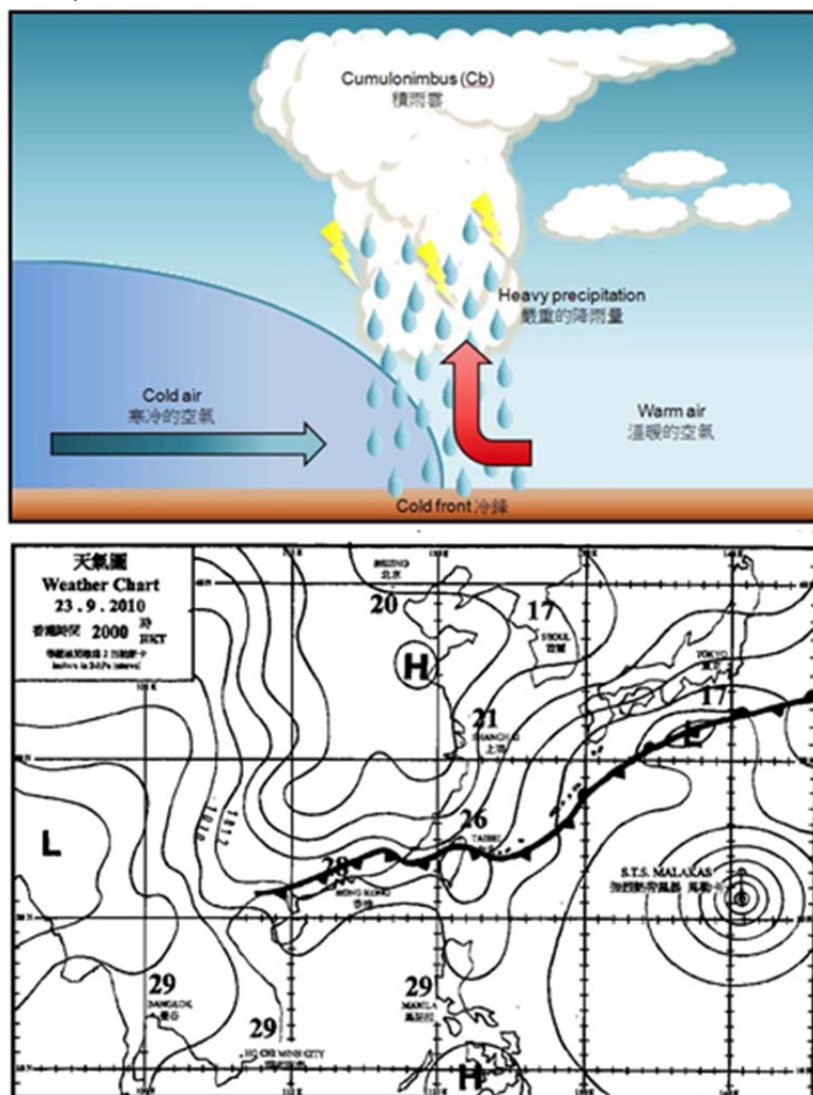


5.3 鋒面系統 (Frontal System)

鋒面是兩種或以上的氣團相遇的分界線，而該些氣團性質上有明顯分別。

一般而言，由於暖空氣會向上升，而冷空氣會向下沉。當該些氣團相遇後，不會輕易混合，因此鋒面兩面的空氣性質變化很大，令鋒面經過時地區氣溫等氣象要素有明顯變化。

5.3.1 冷鋒 (Cold Front)

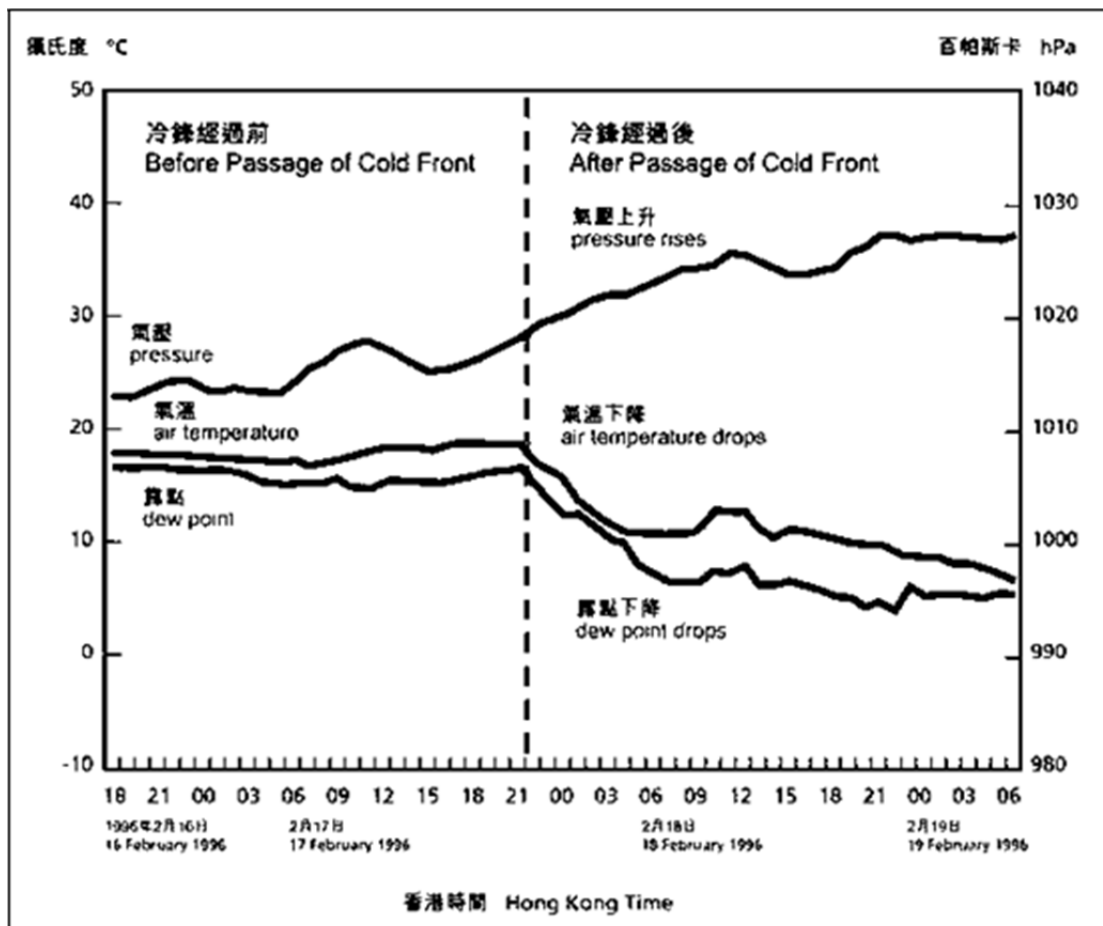


當冷空氣和暖空氣相遇時，若冷空氣向暖空氣推進，就是冷鋒。

由於冷空氣主要是緊貼地面推進，近地表之空氣流動受摩擦力影響，因此地表空氣移動較慢而產生較斜之坡度(steeper slope)。鋒面之坡度會影響空氣抬升之幅度及影響範圍。就冷鋒而言，由於冷鋒坡度較大，空氣於短距離內要急速上升較大的幅度，因此有時會形成積雨雲，造成惡劣天氣，不過影響範圍較少。

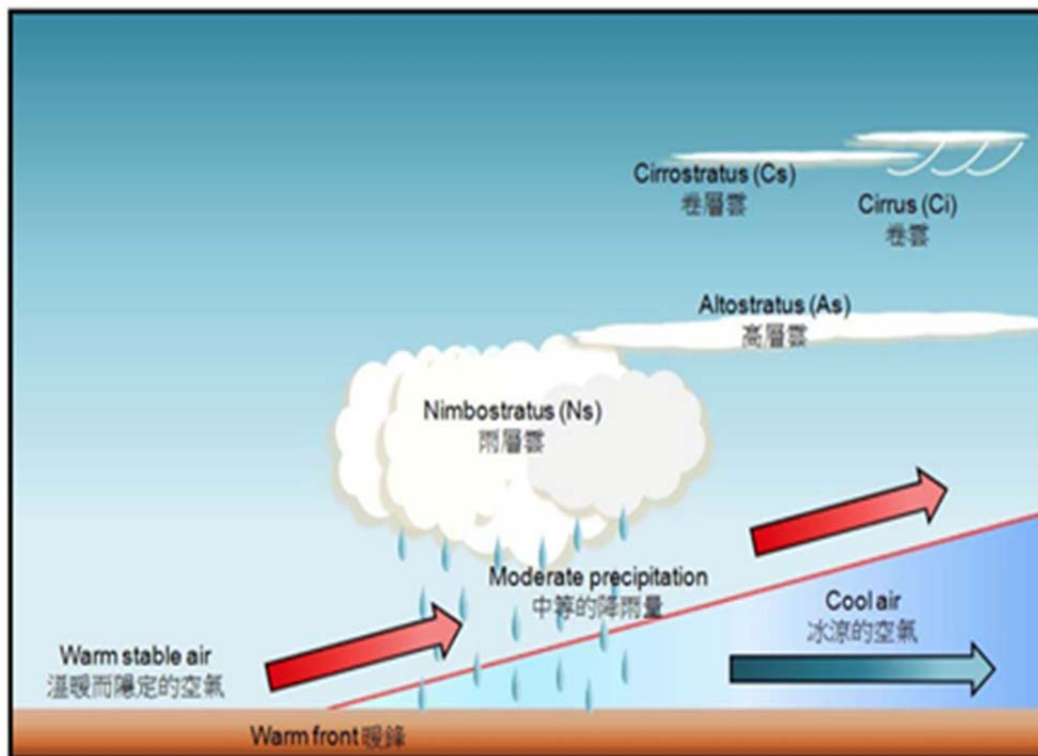
冷鋒到境時，當地會氣壓增加，氣溫下降，風向順轉(即順時針方向轉變)，有驟雨或雷暴。但一般到達華南地區的冷鋒，並不一定有上面所說那樣明顯的變化，它們的性質，常常都變得比較溫和。

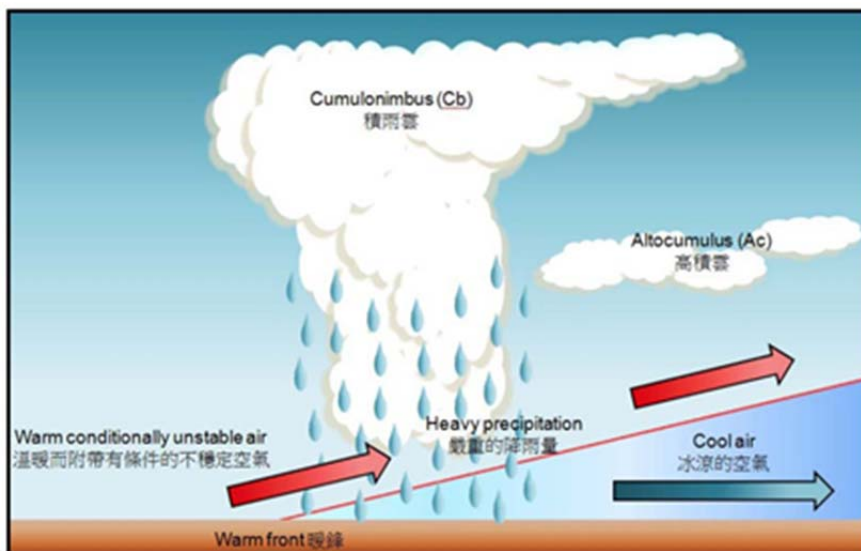
香港童軍總會 青少年活動 氣象組



<Credit: HKO>

5.3.2 暖鋒 (Warm Front)





<Credit: HKO>

當冷空氣和暖空氣相遇時，若暖空氣向冷空氣推進，就是暖鋒。

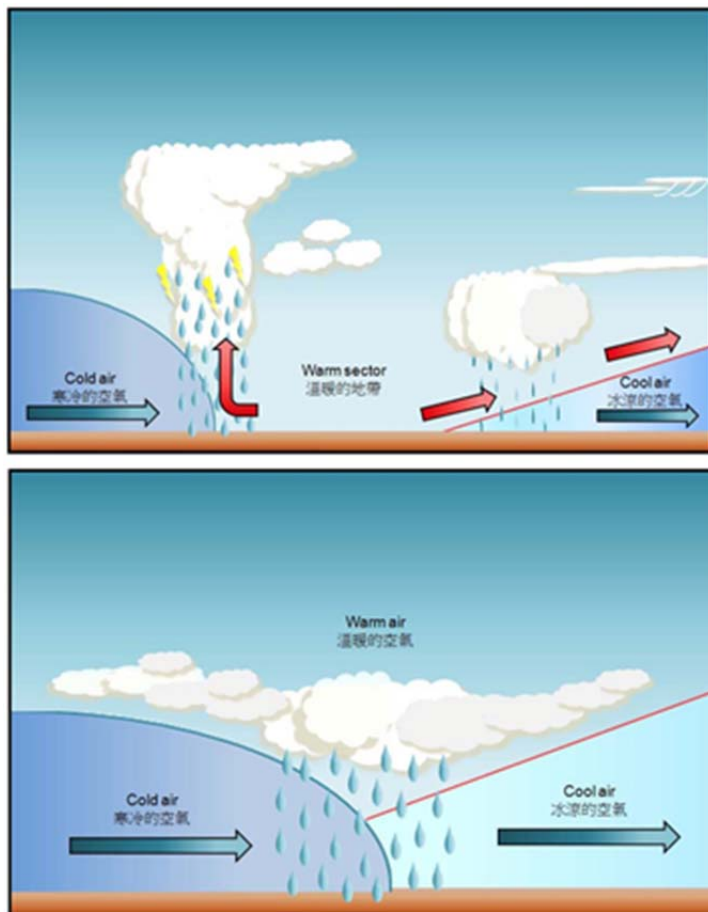
由於暖空氣沿鋒面抬升，因此不受地面摩擦力影響，因此會產生較平之坡度(gentler slope)。由於暖鋒坡度較小，空氣於長距離內要上升較小的幅度，加上暖鋒推進比冷鋒慢，因此影響範圍較很大及持久。

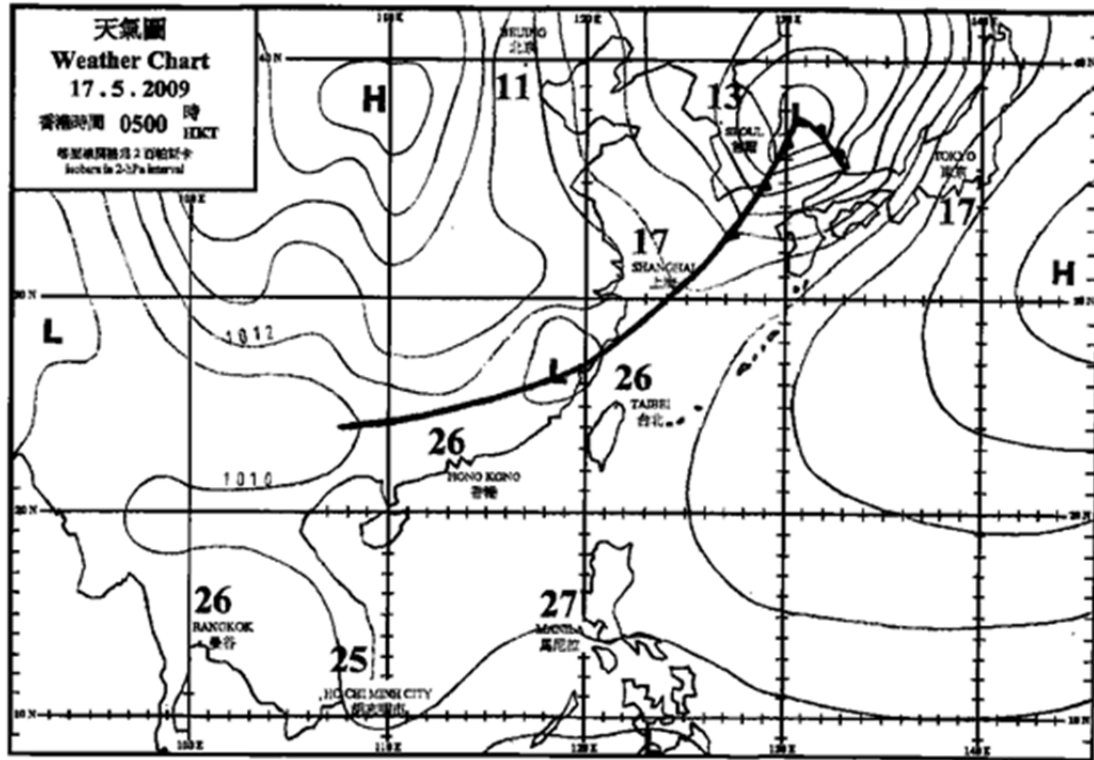
華南地區較少受暖鋒影響。

5.3.3 囚錮鋒 (Occluded Front)

囚錮鋒於華南並不常見，但常見於溫帶氣旋((Extratropical Cyclones/Mid-Latitude Cyclones)。

當三種溫度不同的氣團(暖氣團、冷氣團及更冷氣團)相遇時，會產生兩個鋒面：一個冷鋒，一個暖鋒。之前提到，冷鋒推進速度比暖鋒快。當冷鋒趕上了暖鋒，暖空氣被逼完全地抬升，便成了錮囚鋒。





5.3.4 滯留鋒 (Stationary Front)

當冷暖氣團勢力相當，鋒面移動緩慢或來回擺動，形成滯留鋒(或靜止鋒)。鋒面附近會空氣持續上升，形成低壓區。

5.4 熱帶氣旋 (Tropical Cyclone)

熱帶氣旋形成於熱帶海洋上，是具有暖心結構、強烈氣旋性渦旋。它來臨時往往帶來狂風、暴雨和驚濤駭浪，具有很大的破壞力，威脅著人民生活、財產安全，是一種災害性天氣。同時，熱帶氣旋也帶來充沛雨水，有利於緩和或解除盛夏旱象，是熱帶地區最重要的天氣系統。

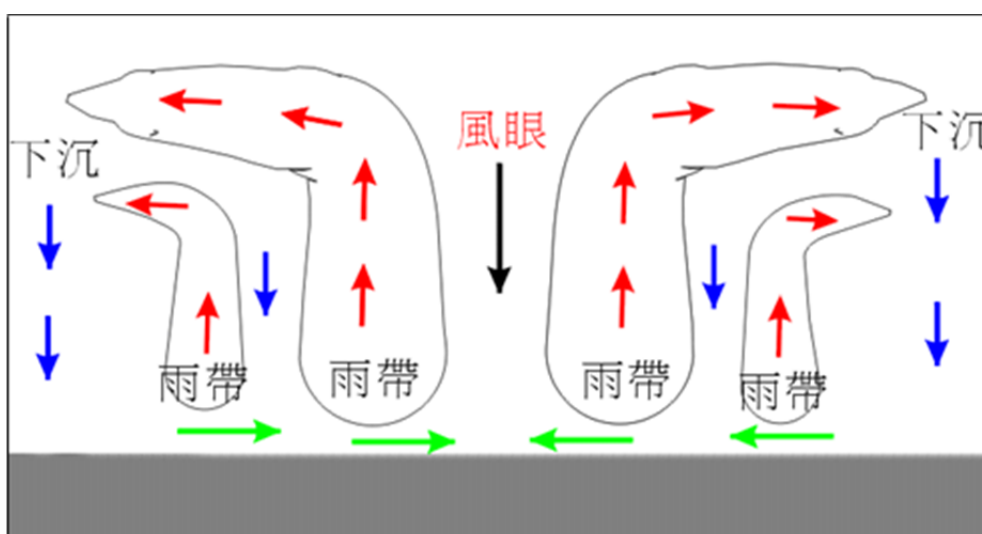
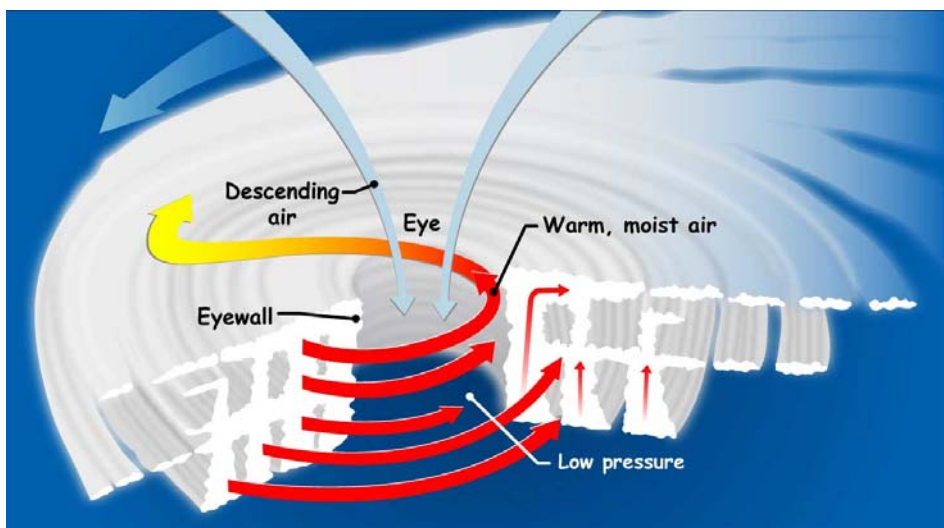
< 資料由香港天文台提供 >

5.4.1 熱帶氣旋的結構

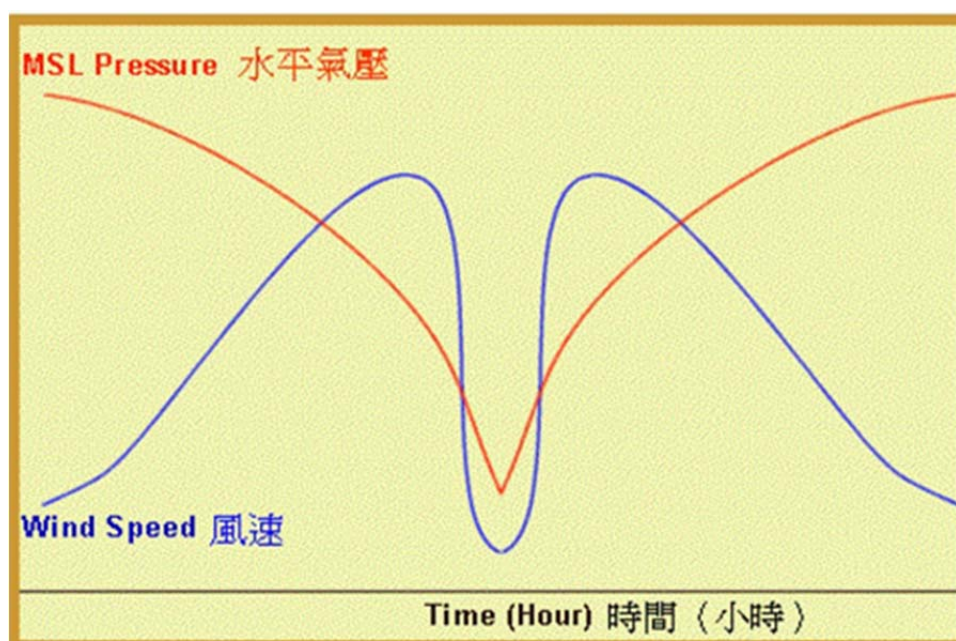
- i. 一個扁平的圓盤
- ii. 高度只有十數公里
- iii. 平面距離有數百公里
- iv. 一個風眼
- v. 螺旋雲帶



香港童軍總會 青少年活動 氣象組



一個成熟颱風的典型垂直剖面圖，中央部份就是風眼和眼壁。

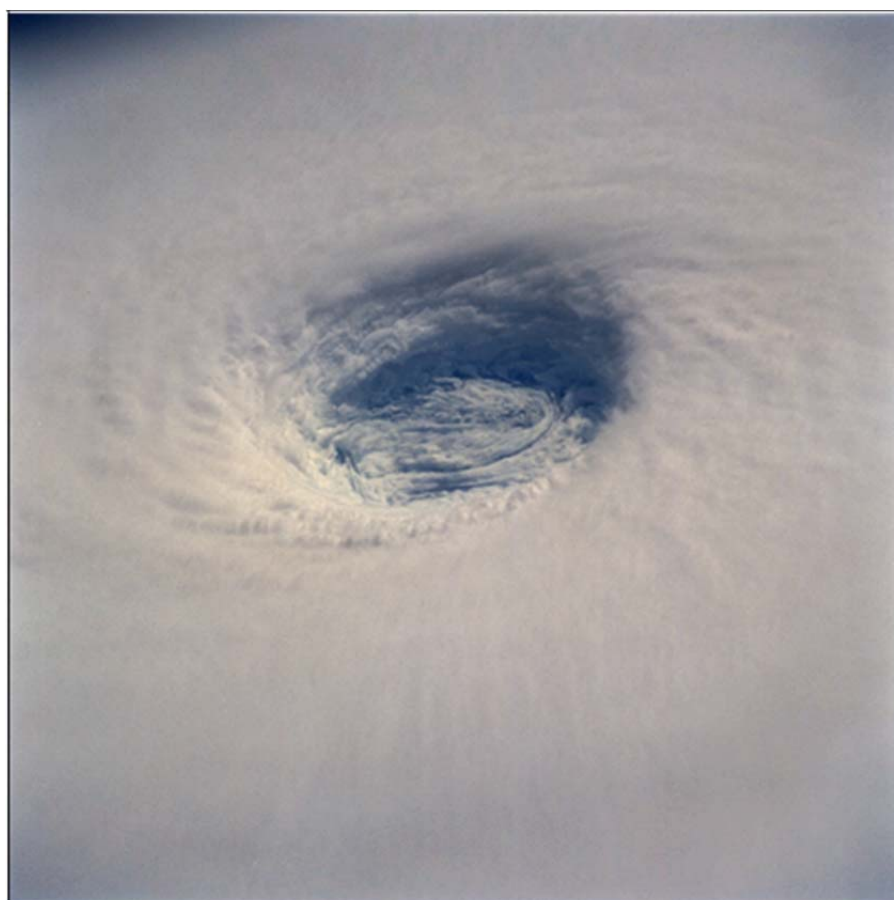


一般熱帶氣旋氣壓及風速分佈

香港童軍總會 青少年活動 氣象組



1999年9月16日颶風約克(York)正面吹襲香港，橫瀾島的風速記錄顯示風力在風眼掠過時的急劇變化。



颶風玉兔的風眼

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

5.4.2 形成條件

1. 海水溫度必須超過 26.5°C
2. 大氣層底部和中層必須有足夠水汽，令濕度偏高
3. 合適緯度 (5° - 20°)
4. 垂直風切變不能太大 (大氣層底部和大氣上層的風向或風速差別不能太大)
5. 大氣層底部存在著渦旋式風場、大氣層存在空氣的輻合區

5.4.3 消亡條件

1. 水氣的供應量大大減少
 - 登陸後，水汽供應大幅度減少
2. 遇上冷空氣或乾燥空氣入侵
 - 與冷鋒相遇，令底部和中層缺乏足夠水汽，令濕度偏低
 - 移動至高緯度地方，轉化為溫帶氣旋
3. 輻合區不能維持
 - 風眼通風不足，缺乏足夠水汽

5.4.4 生命史

形成期

捲動發展及低壓區環流增強到熱帶風暴 (中心附近最大風力達到 8 級)。

發展期

熱帶氣旋繼續發展，直到中心氣壓到最低值，近中心最大風力達到 12 級。

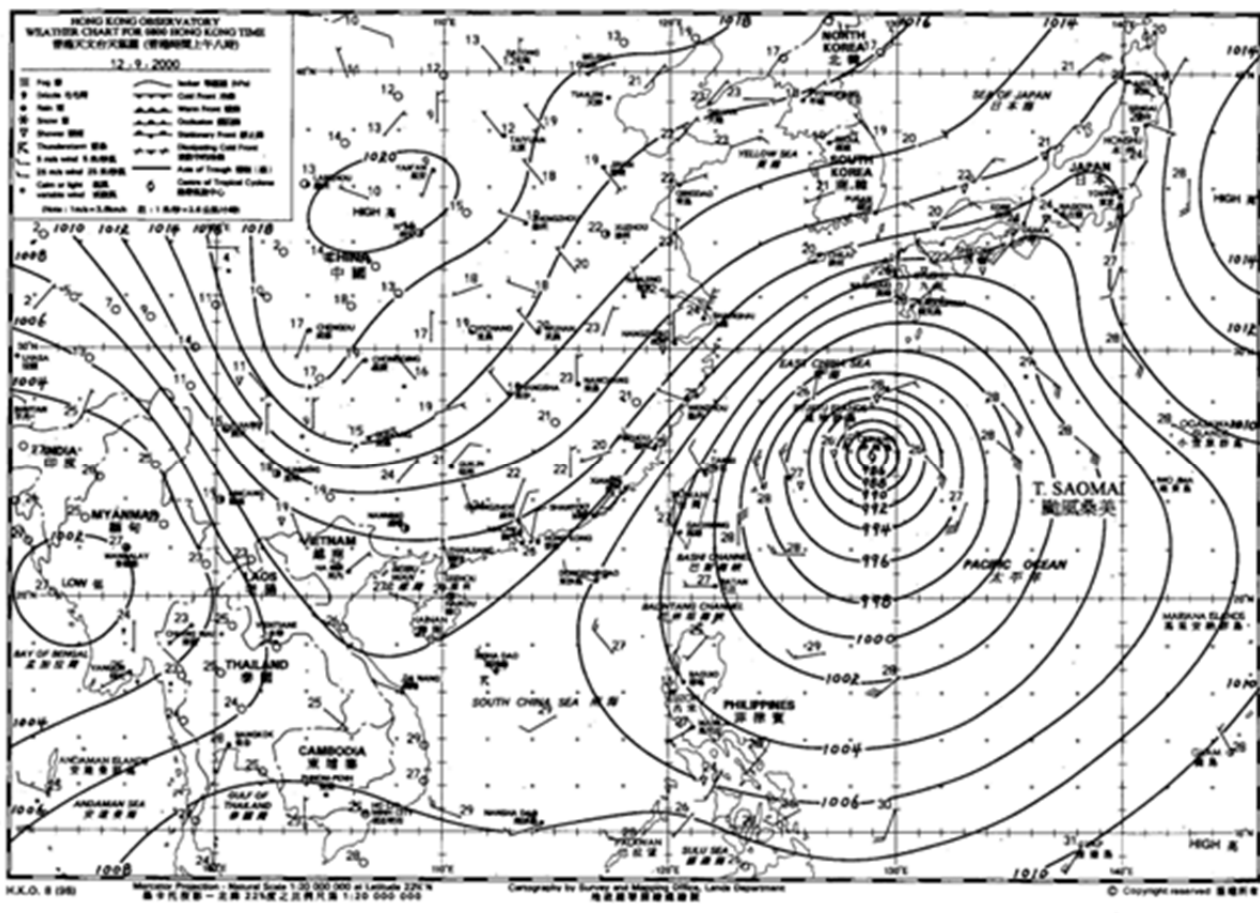
成熟期

中心強度不再發展，中心氣壓不再降低，風速不再增大，但大風和雨區範圍逐漸擴大，直到大風範圍達到最大。

$$V_{\max} = K$$

衰亡期

熱帶氣旋將逐漸減弱，並逐漸填塞，最後消亡或進入中高緯度而轉變成溫帶氣旋。



天氣圖範例

5.4.5 熱帶氣旋之分類

依照世界氣象組織之建議，熱帶氣旋是根據接近風暴中心之最高持續風力加以分類的。香港採用的分類定義以 10 分鐘平均風速為根據，分為以下六種：

熱帶氣旋類別	接近風暴中心之 10 分鐘最高平均風力
熱帶低氣壓	每小時 62 公里或以下
熱帶風暴	每小時 63 至 87 公里
強烈熱帶風暴	每小時 88 至 117 公里
颱風	每小時 118 至 149 公里
強颱風*	每小時 150 至 184 公里
超強颱風*	每小時 185 公里或以上

* 2009 年新增等級

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

5.4.6 西太平洋的熱帶氣旋的移動路徑

受熱帶氣旋本身的內力和大氣的外力，熱帶氣旋的路徑不一定會很規律的進行。事實上，根據過往的氣象紀錄，我們從未發現兩條完全相同路徑的颱風。

大氣的外力：

1. 太平洋高壓（副熱帶高壓）引導熱帶氣旋西移
2. 地形對熱帶氣旋的影響在於它接近陸地時
3. 熱帶氣旋會有一個向潮濕區域或溫暖海洋表面移動的傾向

大致可歸納為三類：

1. 西移路徑
2. 西北路徑
3. 轉向路徑

熱帶氣旋一般會於6月前和9月後走西路徑、轉向路徑；而7、8月走西北行路徑、轉向路徑。

1. 西行路徑

- 當北太平洋副高呈東西走向，而且強大、穩定時，或北太平洋副高不斷增強西伸時，而熱帶氣旋的緯度一般不會超過22.5°N，會於越南或海南島東南部登陸。有時，熱帶氣旋進入南海西行一段時間後，會突然向北移動進入華南沿海或者登陸。

2. 西北行路徑 / 登陸路

- 當北太平洋副高呈西北-東南走向時，熱帶氣旋以菲律賓以東海面向西北偏北方向移動，在台灣登陸，然後穿過台灣海峽在福建省登陸，登陸後在陸地上減弱並消失。

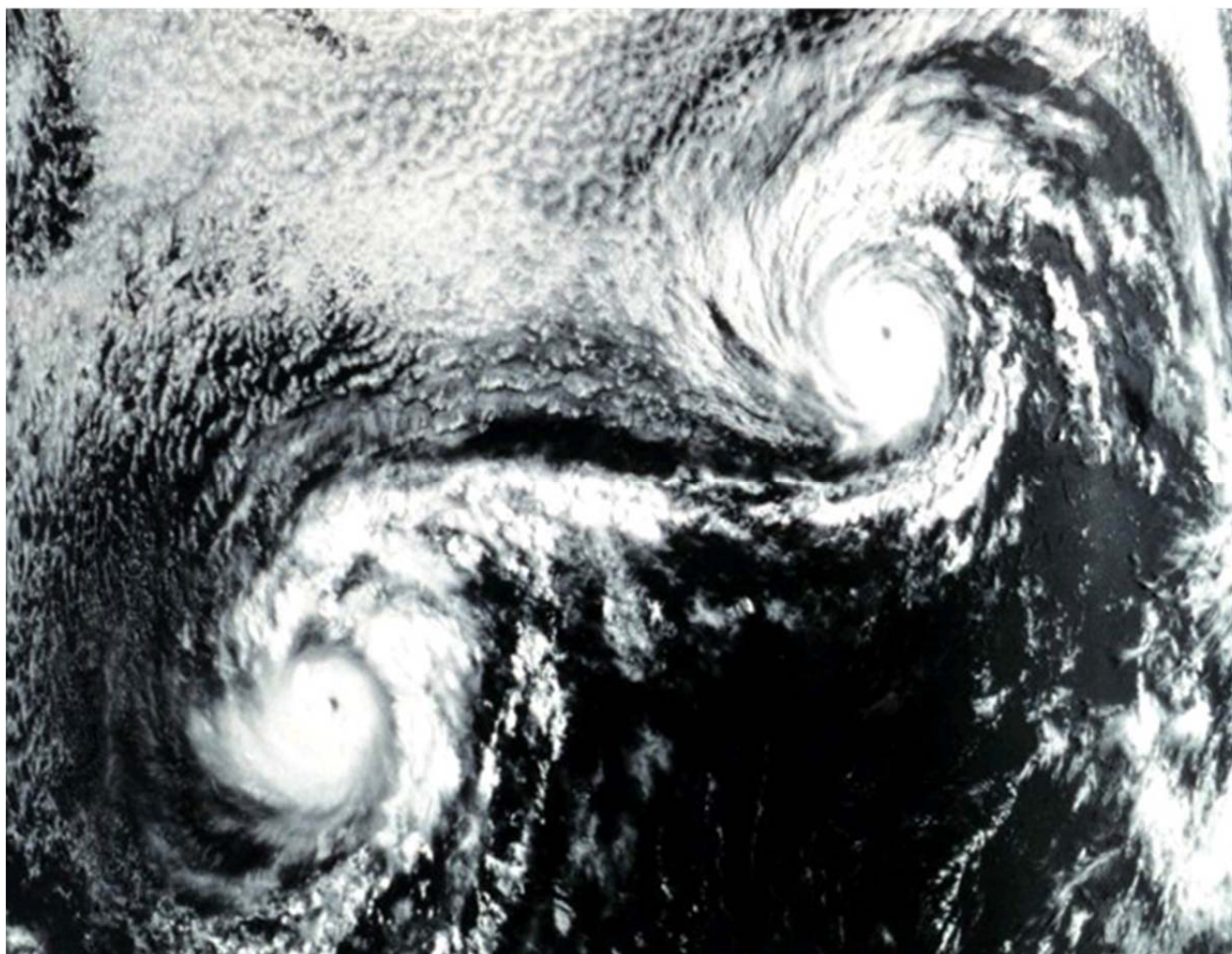
3. 轉向路徑 / 拋物線路徑

當北太平洋副高東退海上時，熱帶氣旋以菲律賓以東海區向西北方向移動，在25°N附近，然後轉向東北方，向日本移去，路徑呈拋物線型。

5.4.7 藤原效應

藤原效應源於日本藤原（Fujiwhara）博士於1921至23年一系列的渦旋實驗及觀測。是指兩個距離不遠的旋渦，會受對方相互影響，並沿著兩者連線的中心為圓心，繞著圓心互相旋轉。

熱帶氣旋之間的藤原效應俗稱「雙颱風效應」。一般來說，兩個熱帶氣旋相距約12緯距（約1350公里）時便可能產生相互影響。當這效應出現時，兩熱帶氣旋會沿著軸心依逆時針方向（在北半球）相互旋轉（圖一）。軸心並非一定在軸線的中間位置，較強的熱帶氣旋會支配著較弱的熱帶氣旋的路徑。雙熱帶氣旋的相互作用會因受外圍大尺度天氣系統更強的影響，其中一方減弱或被合併而結束。



1974 年時，颶風 Ione（左）及颶風 Kirsten（右）之間發生了藤原效應

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

六. 香港氣候

6.1 氣與氣候

天氣和氣候這兩個詞彙經常受大眾混淆，然而，這兩個詞彙是有分別的。

天氣是指某指定時間指定地點的大氣狀況。例如：今天香港多雲；昨天東京有雨等。

氣候是指某地點的天氣的長期平均值，氣候值是你對該地方預期的天氣狀況。例如：香港七月炎熱潮濕；加洲八月天晴酷熱乾燥等。

天氣可能偶然偏離氣候預期狀況，但如無氣候變化，長期而言，天氣的平均值應回歸氣候預期狀況。

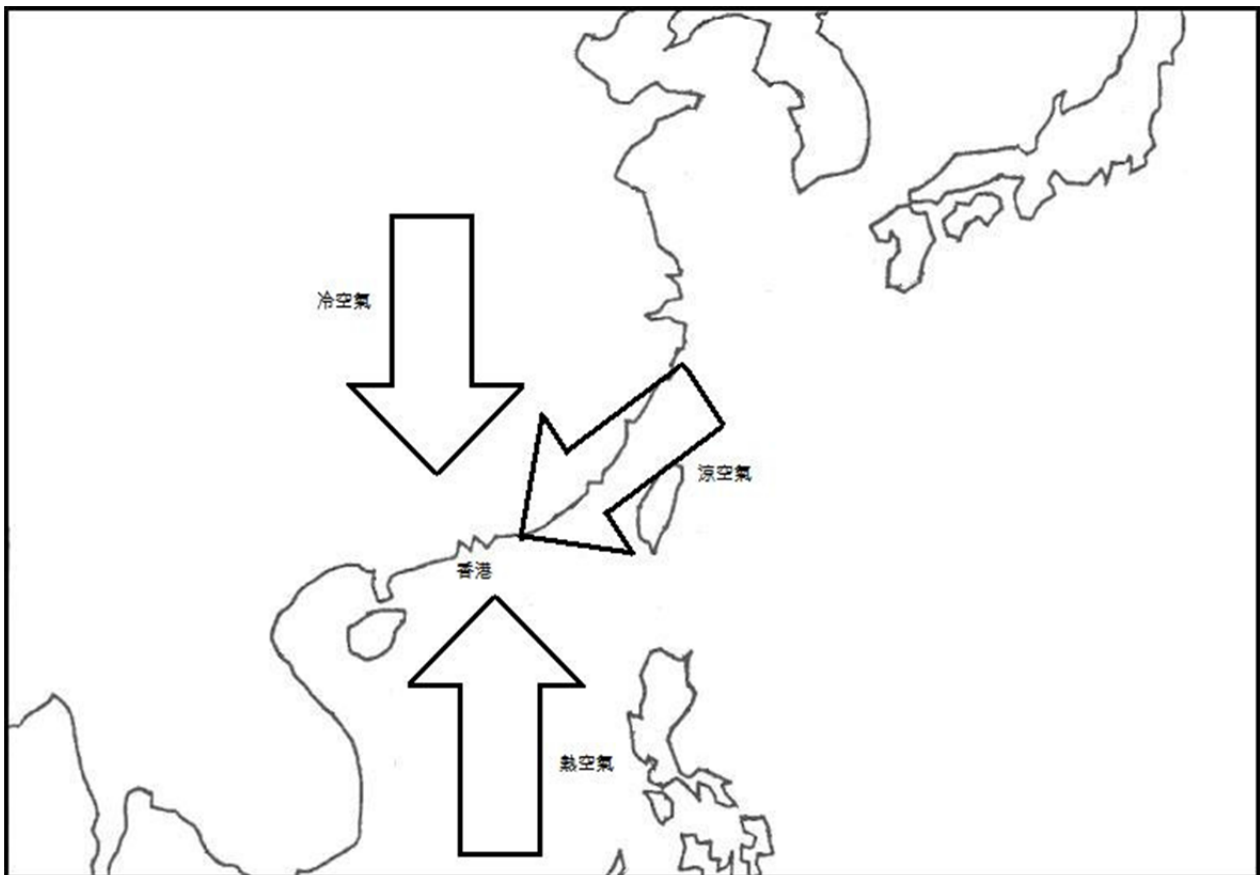
6.2 香港氣候

香港屬於副熱帶濕潤氣候，平均溫度為 16-29°C 之間，濕度較高，平均相對濕度有半年超過百分至八十以上。香港各區的平均雨量差別頗大，整體來說，全年總雨量可達 2383 毫米，尤以夏季為高。香港四季尚算分明，各個季節特徵如下：

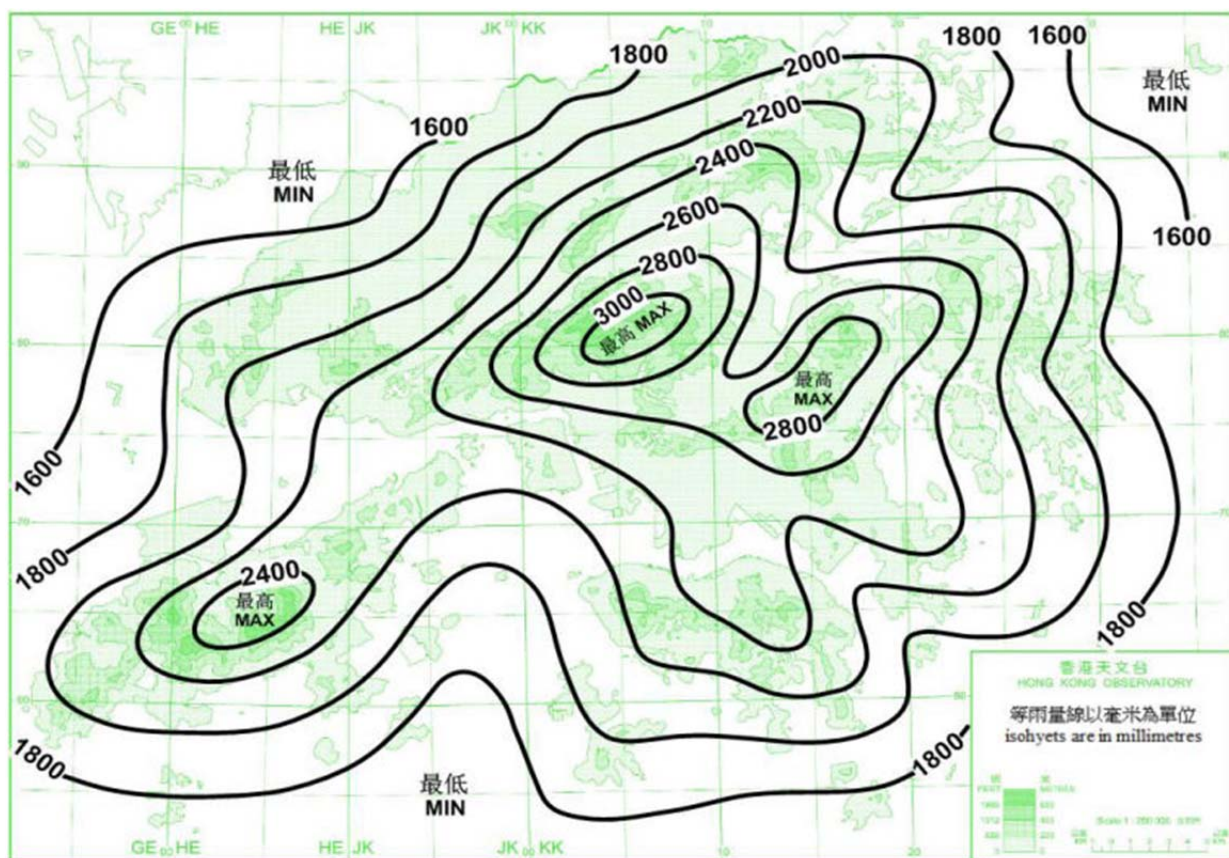
季節	月份	平均溫度 (°C)	平均雨量 (mm)	描述
春季	3-4 月	20.7	130	<ul style="list-style-type: none"> 較為和暖、雲量較多；潮濕有霧及有毛毛雨，令能見度偏低，引致航空及渡輪服務偶然中斷。 受鋒面影響，冷暖空氣交替，以致天氣忽冷忽熱。
夏季	5-6 月	26.9	358.8	<ul style="list-style-type: none"> 惡劣天氣如雷暴閃電常有出現，甚至罕見的落雹和水龍捲在這些月份偶有發生。 五至六月天氣炎熱潮濕，雨水開始增多，有雷雨出現。常受季風和低壓槽影響，令香港普遍吹西南風，雨勢有時頗大，並有狂風雷暴，大雨亦可持續數小時至一、兩天。
	7-9 月	28.2	368.8	<ul style="list-style-type: none"> 七至八月期間，常受太平洋的副熱帶高壓影響，天氣較為穩定，天晴、炎熱，吹和緩南至東南向岸風。 八至九月不時受熱帶氣旋吹襲，雨量頗多。當熱帶氣旋集結在本港東南約 700 至 1000 千米，可為香港帶來晴朗和酷熱的天氣；一旦氣旋中心移近本港，風力便會增強，並為本港廣泛地區帶來大雨。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

秋季	10-11月	23.4	93.5	<ul style="list-style-type: none"> 內陸吹來的冷空氣開始增強，取代了潮濕的海風，令氣溫和相對濕度開始下降。天氣穩定，大致乾燥和天晴，吹和緩至清勁的東至東北風，間中多雲有驟雨。 由於天氣多為天晴乾燥，氣溫亦較清涼，適合野外活動。
冬季	12-2月	16.7	37.2	<ul style="list-style-type: none"> 受冬季季風和冷鋒影響，天氣較為乾燥和寒冷，吹離岸的北至東北風。冷鋒過境時，新界和郊外地區比市區更為寒冷，可低至10度以下，高地清晨更有結霜現象。



影響香港的氣團



香港平均年雨量分佈(1981-2010)

6.3 本港常用天氣術語






氣溫

濕度




術語	氣溫	術語	相對濕度
酷熱 very hot	≥33	非常潮濕 very humid	95-100
炎熱 hot	28-32	潮濕 humid	85-95
溫暖 warm	23-27		70-85
和暖 mild	18-22	乾燥 dry	40-70
清涼 cool	13-17	非常乾燥 very dry	0-40
寒冷 cold	8-12		
嚴寒 very cold	≤7		

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

晴天類





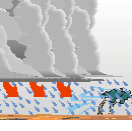




	名稱	描述	圖案
1	天晴	指天空總雲量少過八分之六。如雲層稀薄能使大量陽光透過時，則雲量雖超過八分之六亦可說是天晴。	
2	陽光充沛	表示絕大部分時間有陽光。	
3	部分時間有陽光	指陽光頗為連續地出現，而且總的來說，有陽光的時間超過預報期的一半。	
4	短暫時間有陽光	指陽光只是間歇性地出現，而且總的來說，有陽光的時間不及預報期的一半。	
5	天色明朗	表示雲量雖多，不過雲層稀薄，有時更可能有陽光透過。	

陰天類

	名稱	描述	圖案
1	多雲	指天空的總雲量在八分之六至八分之八之間。	
2	天陰	指天空全部給連續而深厚的雲層所遮蔽。	
3	密雲	有時多雲，有時天陰。	


香港童軍總會 青少年活動 氣象組

降水類

	名稱	描述	圖案
1	驟雨或陣雨	時間短暫的雨，通常是指由對流雲所產生之降水。其特徵為驟始驟止，雨前雨後，天空多會晴朗。	
2	間中有驟雨	指天空的對流雲相當多，而大部分地區會間歇地有驟雨下降，不過每個地區下雨的時間可能不同。	
3	零散驟雨	表示天空的雨雲零散分佈，而部分地區有雨，部分地區可能完全無雨。	
4	局部地區性驟雨	指雨雲較稀少而孤立，故除小部分受影響的地區有雨外，其他地區可能無雨。	
5	狂風驟雨	即驟雨下降時伴有短暫的強風或烈風，風勢起伏較為突然。	
6	狂風	指風速突然大幅度增加而強烈風力最少維持一分鐘，比陣風持續的時間較長。狂風伴隨雷暴，出現時除瞬時風速突增，風向突變外，其他氣象要素如氣溫等常有劇變。狂風的影響範圍雖然較小，但破壞力有時並不弱於一般熱帶氣旋。	
7	毛毛雨	水滴微細的雨。	
8	雨	這是由深厚層狀雲產生的降水。通常比驟雨較有持續性，但雨量卻比驟雨為少。	
9	雷雨	指積雨雲降水，特徵是驟始驟終，降水強度迅速改變，並伴有雷。	

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

天氣現象

	名稱	描述	圖案
1	雷暴	雷暴是指由積雨雲所產生的地區性惡劣天氣，經常伴有閃電及雷聲，並間有強烈陣風及大雨，在適當的天氣情況下，更偶有落雹。雷聲的起因，是由於閃電所經的空氣，突然受熱膨脹而又迅速冷卻收縮所致。如從看到閃電至聽到雷聲所需的時間，以三秒作一千米計算，則可以估計閃電區的距離。	
2	霧、薄霧、煙霞	在近地面的空氣中，因水汽凝結而成的微粒，浮游在空中而阻礙視線時，視程在1000米以下稱為霧；在1000米或以上則為薄霧；如障礙微粒屬塵埃或煙屑，則稱為煙霞。	
3	霜凍	是指近地面氣溫降低至冰點或者以下的嚴寒情況。通常有地面霜或白霜形成。地面霜是指地面表層溫度降至冰點以下而引致水份凍結成霜的情況。白霜是冰晶的沉積，在地面物體上直接昇華而成，常積在樹葉邊沿，電線木桿等。	
4	露	是地面空氣因晚間輻射冷卻，溫度降至露點以下，使到近地面大氣中水汽達到飽和程度而凝結成的水滴。故此露多出現於清晨，而積聚在草上或其他地面物體的表面。	
5	雹	是從深厚積雨雲下降的堅硬冰塊，通常與雷暴相伴。	

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

天氣系統

	名稱	描述	圖案
1	冷鋒	冷鋒是在前進著的冷空氣團與暖空氣團的界線，亦即寒潮的前鋒。冷鋒經過時，當地的天氣情況通常有下列變化：氣壓增加，氣溫下降，風向順轉(即順時針方向轉變)，有驟雨或雷暴。但一般到達華南地區的冷鋒，並不一定有上面所說那樣明顯的變化，它們的性質，常常都變得比較溫和。	
2	暖鋒	在前進中的暖氣團與冷氣團的界線，稱為暖鋒。暖氣團在冷氣團上面滑升，通常在暖鋒之前廣泛地區有降水。	
3	季候風	由於海洋和陸地受熱的程度不相同，地面氣壓出現顯著的差別，從而導致一股有季節性的持續氣流，稱為季候風。在冬季中國沿岸常吹東北季候風而在夏季南海則常吹西南季候風。	
4	低氣壓	當某一地區的大氣壓力比該地區外圍低時，這個系統便稱為低氣壓或氣旋。低氣壓沒有一定的面積，直徑可能由 100 至 2000 公里。低氣壓地區的天氣通常比較不穩定。在北半球，環繞著低氣壓的空氣循環反時針方向運行；在南半球則相反。	
5	反氣旋 或 高氣壓	當某一地區的大氣壓力比該區外圍高時，我們稱之為反氣旋或高氣壓。在北半球，反氣旋週圍的氣流是順時針方向運行的。一般來說，高氣壓地區內的天氣比較穩定而明朗。	
6	高壓脊	高壓脊為高氣壓的延長部分，該區的大氣壓力，較其兩旁為高，情形仿如高山伸展而成的山脊一樣。高壓脊地區與高氣壓區相同，天氣大致上較為穩定。	
7	低壓槽	低壓槽為氣旋的延長部分。因該區的大氣壓力比其兩旁為低，所以稱為槽，取其陷下的意思，其情況與高壓脊相反。	

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

熱帶氣旋

	名稱	描述
1	熱帶氣旋	這是熱帶低氣壓，熱帶風暴，強烈熱帶風暴，颱風，強颱風及超強颱風的統稱。
2	熱帶低氣壓	這是產生在熱帶地區的氣旋，其最大風力為每小時 62 公里或以下。
3	熱帶風暴	這是比熱帶低氣壓較強烈的氣旋，風暴地區最大風力為每小時 63 公里至 87 公里。
4	強烈熱帶風暴	熱帶風暴如果繼續加強以至最大風力達到每小時 88 公里至 117 公里時，就稱作強烈熱帶風暴。
5	颱風	熱帶氣旋的最大風力達到每小時 118 至 149 公里。
6	強颱風	強颱風是比颱風較強的氣旋，風暴地區最大風力為每小時 150 至 184 公里。
7	超強颱風	這是熱帶氣旋中最強烈的一種，風力時速為 185 公里或以上。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

6.4 本港的預警系統及相應之預防措施

6.4.1 熱帶氣旋警告信號

熱帶氣旋一般在五月至十一月出現，九月尤為頻密。

如有熱帶氣旋在香港 800 公里的範圍內集結，可能影響本港，天文台會發出熱帶氣旋報告及/或警告。

報告內容包括已發出的熱帶氣旋警告信號及其影響、最新位置、颱風中心未來動向、香港境內風力、雨量和水位等，以及市民應採取的防風措施。

熱帶氣旋警告信號的作用，是提醒市民熱帶氣旋會帶來的風力威脅。受地形或鄰近建築物影響，你所在區域的風力與香港普遍風勢可能有顯著差異。離岸海域及高地風力通常較強，不當風的地區風力較弱。天文台透過多種途徑，特別是互聯網，向公眾提供各區風力及雨量的詳細資料。市民應該因應各自的具體情況和可接受的風險水平，就警告採取適當的預防措施。

為安全著想，市民應保持戒備，應付隨時變化的環境。

記著：先前安全的地方，可能隨時會因風向改變而受到颱風吹襲，以致不再安全。

即使颱風正逐步遠離香港，也不應放鬆戒備，因為強風可能仍然肆虐一段時間，故應留在室內安全的地方，直至風勢緩和為止。

天文台發出的熱帶氣旋報告也會提及熱帶氣旋帶來的其他影響。倘有需要，天文台會另外發出暴雨、水浸或山泥傾瀉警告。

T1

一號戒備信號

這是戒備信號，表示有一熱帶氣旋集結於香港 800 公里的範圍內，可能影響本港。

注意事項

- ✓ 如擬外出，應緊記有一熱帶氣旋正接近本港，可能影響你的計劃，並注意離岸海域可能有強風。留意電台或電視台廣播或瀏覽天文台網頁有關熱帶氣旋最新情況的報告。

3

三號強風信號

香港近海平面處現正或預料會普遍吹強風，持續風力達每小時 41 至 62 公里，陣風更可能超過每小時 110 公里，且風勢可能持續。3 號熱帶氣旋警告信號發出後，通常在 12 小時之內香港會普遍吹強風，在離岸海域及高地的風力更可能達烈風程度。

注意事項

- ✓ 應把一切容易被風吹倒的物件綁緊，特別是露台或屋頂上的物件。花盆及其他易於吹走的物件應搬往屋內。圍板、棚架和臨時搭建物應綁牢。溝渠應保持暢通，以免淤塞溢流。遠離岸邊及停止所有水上活動。漁船應立即就近找地方避風。留意電台或電視台廣播或瀏覽天文台網頁有關熱帶氣旋的進一步消息。



八號（西北、西南、東北、東南）烈風或暴風信號

香港近海平面處現正或預料會普遍受烈風或暴風從信號所示方向吹襲，持續風力達每小時 63 至 117 公里，陣風更可能超過每小時 180 公里，且風勢可能持續。

注意事項

- ✓ 在烈風吹襲前，應先做妥一切防風措施。鎖緊門窗，把門門好，窗板或大閘上牢。當風的大玻璃窗應加貼膠紙，減少玻璃破裂時所引致的損傷。
- ✓ 不要站近當風的窗隻。把家具及貴重物件搬離風口位。萬一窗隻被強風吹破，確保仍有一個安全地方暫避，故應早點決定萬一當風的窗隻破裂時，哪一個房間可作棲身之用。
- ✓ 光管招牌負責人須安排截斷招牌的電力供應。車輛應停泊在最不容易遭受破壞的地方。
- ✓ 如情況許可，市民應盡早回家，避免逗留在街上。



九號烈風或暴風增強訊號

烈風或暴風的風力現正或預料會顯著加強。

注意事項

- ✓ 切勿外出。遠離當風的門窗，以免被風中的碎片擊中。鎖緊屋內的門戶，並確保小童安置在家中不當風的地方。切勿觸摸被風吹鬆的電纜。窗門如被風吹毀，應待情況安全時才修補。
- ✓ 如不在家中，應立即找一個安全地方暫避，直至颱風過後為止。

+10

十號颶風信號

風力現正或預料會達到颶風程度，持續風力達每小時 118 公里或以上，陣風更可能超過每小時 220 公里。

注意事項

- ✓ 防風措施與上述相同。
- ✓ 切記當風眼正面掠過香港時，風勢可能會靜止一段時間。由數分鐘至數小時不等。市民應保持戒備，因為強風可能會從另一個方向突然吹襲。如果所在地點安全，應繼續留在原處，以防強風隨時吹襲。

6.4.2 暴雨警告系統

香港的雨季一般是四月至九月。五、六月間雨勢較大而持續，容易造成嚴重交通混亂，間中更會引致大範圍水淹及山泥傾瀉，導致人命傷亡。

暴雨警告系統旨在及早提醒市民暴雨將至，可能造成嚴重混亂，並確保各應急服務機構和部門都已作好準備，隨時執行緊急救援工作。暴雨警告系統是一個獨立警告系統，與其他警告（例如熱帶氣旋警告和山泥傾瀉警告）並無關連。

暴雨警告分為三級，分別以「黃」、「紅」、「黑」三色標示。

「黃」色信號提醒市民將有大雨並可能進一步發展至「紅」色或「黑」色暴雨情況。一些低窪地帶及排水情況欠佳的地區會出現水淹。有關政府部門、主要公共交通機構和公用事業公司應作出戒備

「紅」色及「黑」色信號忠告市民大雨將引致道路嚴重水淹並造成交通擠塞。各政府部門、主要公共交通機構和公用事業公司會採取應變措施。有關方面亦會作出明確指示，以便市民遵循。

當暴雨警告發出後，警告訊息會即時透過電台和電視台向市民廣播。為安全計，市民應留意電台及電視台宣布有關暴雨的最新消息。



Amber 黃 黃色暴雨警告信號

表示香港廣泛地區已錄得或預料會有每小時雨量超過 30 毫米的大雨，且雨勢可能持續。

注意事項

- ✓ 市民應採取預防措施，以減少因大雨引發的危險，例如水淹。
- ✓ 家長、學生、學校當局和校車司機應留意電台或電視台有關最新天氣、道路和交通情況的廣播

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

- ✓ 參加公開考試人士應如常應考，但須留意電台或電視台的廣播，以防天氣突趨惡化。
- ✓ 農民及魚塘負責人，特別是其農田或魚塘位處低窪地帶或經常出現水淹地區者，應採取預防措施，包括檢查及清理農田或魚塘內及附近的排水系統，確保所有溝渠暢通，俾能盡量減少損失。可能的話，魚塘負責人應把可能出現水淹的魚塘水位降低。



Red 紅紅色暴雨警告信號

表示香港廣泛地區已錄得或預料會有每小時雨量超過 50 毫米的大雨，且雨勢可能持續。

注意事項

- ✓ 在空曠地方工作的人士應暫停戶外作業，直至天氣情況許可為止。
- ✓ 市民如須外出，應先仔細考慮天氣及道路情況是否許可。
- ✓ 如「紅」色信號在上班前發出，而交通服務正常，則僱員應照常上班。如僱員確實遇上困難而不能準時上班，主管人員應採取開明態度處理。
- ✓ 如「紅」色信號在上班時間內發出，戶內工作人士應如常當值，除非工作地點可能有危險。如僱員工作地區的交通服務即將停頓，主管人員可因應實際情況考慮讓員工提早離開工作地方。在作出這個決定時，主管人員應考慮天氣及道路情況。



Black 黑黑色暴雨警告信號

表示香港廣泛地區已錄得或預料會有每小時雨量超過 70 毫米的豪雨，且雨勢可能持續。

注意事項

- ✓ 市民應留在戶內，並到安全地方暫避，直至大雨過去。
- ✓ 在空曠地方工作的人士應停止戶外作業，並到安全地方暫避。
- ✓ 市民如無法找到安全地方，可到民政事務總署轄下的臨時庇護中心暫避。
- ✓ 政府呼籲僱主不應要求僱員上班，除非有關暴雨時的工作安排已有事先協定。
- ✓ 如果僱員已經上班，便應留在原來工作地點，除非該處會有危險。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

6.4.3 其他警告或預警



雷暴警告

天文台發出雷暴警告是旨在提醒市民雷暴有可能在短時間內（一至數小時內）影響香港境內任何地方。

雷暴是香港春季和夏季常見的天氣現象。從四月到九月，天文台平均每月有五日錄得雷暴。

大多數雷暴由積雨雲組成。每塊積雨雲覆蓋範圍一般直徑只有數公里，高度約十餘公里，遠看就如空中的一座塔。單塊積雨雲的壽命一般只有一兩小時。

無論雷暴影響範圍廣泛或只涉及某一地區，天文台都會發出雷暴警告。如果雷暴在短時間內只影響某一地區，天文台會在雷暴警告中說明雷暴影響的區域，以提醒市民作出適當的安排。如果雷暴有可能持續一段較長時間或影響境內其他地區，天文台會延長雷暴警告。如果雷暴影響範圍廣泛或影響的地區不斷轉移，天文台會在雷暴警告中指出雷暴將影響本港而不會特別提及個別地區。

注意事項

- ✓ 留在室內。在室外工作的人，應躲入建築物內。
- ✓ 切勿游泳或進行其他水上運動。離開水面及找尋地方躲避。
- ✓ 避免使用電話或其他帶有插頭的電器，包括電腦等。
- ✓ 切勿接觸天線、水龍頭、水管、鐵絲網或其他類似金屬裝置。
- ✓ 避免用花灑淋浴。
- ✓ 切勿處理以開口容器盛載的易燃物品。
- ✓ 切勿站立於山頂上或接近導電性高的物體。樹木或桅杆容易被閃電擊中，應盡量遠離。閃電擊中物體後，電流會經地面傳開，因此不要躺在地上，潮濕地面尤其危險。應該蹲著並盡量減少與地面接觸的面積。
- ✓ 遠足及其他戶外活動人士，應隨身帶備收音機，不斷留意天文台發出的最新天氣消息。
- ✓ 留意暴雨可能隨時出現，切勿在河流、溪澗或低窪地區逗留。
- ✓ 駕車人士如駛經高速公路或天橋，應提防強勁陣風吹襲。
- ✓ 海上的小艇應小心提防狂風或水龍捲襲擊。
- ✓ 如遇上龍捲風，應立即躲入堅固的建築物內。要遠離窗戶、蹲伏在地上並用手或厚墊保護頭部。如在室外，應遠離樹木、汽車或其他可被龍捲風吹起的物件。



新界北部水浸特別報告

天文台在日常天氣預報之外再發出新界北部水浸特別報告，目的在促使市民注意大雨可能引致新界北部出現水浸，讓市民做好預防措施。此外，這項特別報告對農民、漁塘負責人、工程師、承建商及其他容易因水浸而引致損失的人士有預警作用；並提醒有關政府部門及機構採取相應行動，例如開放臨時庇護所、準備搜索和救援工作、部分學校可能需要停課及安排援助等工作。新界北部水浸特別報告會在必需時發出，無論當時是否已經發出其他惡劣天氣的警告，如熱帶氣旋警告信號和暴雨警告信號。

此項特別報告在新界北部出現一定大雨時發出。猶如其他天氣警告一樣，這項特別報告是根據最新資料而判斷出最有可能出現的天氣狀況。因此難免在發出特別報告後，大雨並未造成水浸；又或者突然形成的大雨在特別報告發出前已經在新界北部造成水浸。

注意事項

- ✓ 請留意電台及電視台廣播有關最新警告的消息。遇上緊急事故，應立即致電就近警署求助。
- ✓ 應做好必要的預防措施，例如檢查及清理農地或漁塘以及四周的排水系統，確保所有渠道暢通，以防止因水浸引致的人命及財物損失。
- ✓ 農民及漁塘負責人應採取必須預防措施，盡量減少損失。



山泥傾瀉警告

當持續大雨極有可能導致大量山泥傾瀉時，香港天文台同土力工程處即發出山泥傾瀉警告。這項警告旨在針對數目較多而影響廣泛的山泥傾瀉情況，所以一些因雨勢較小而未能預測到的局部地區性山泥傾瀉，仍會在山泥傾瀉警告沒有生效的時候出現。

注意事項

- ✓ 請留意電台及電視台廣播有關最新警告的消息。遇上緊急事故，應立即致電就近警署或民政事務處求助。
- ✓ 市民應做好預防措施，以減少因山泥傾瀉引致的財物損失和傷亡。當山泥傾瀉警告生效時，市民應取消不必要的約會，留在家中或其他安全地方。行人應避免靠近陡峭的斜坡和護土牆。駕車人士則應避免駛往山區地帶和有山泥傾瀉警告指示牌的道路。
- ✓ 倘若已接獲有關當局指示你所處的地方有山泥傾瀉危險，你應該立即撤離該處，到安全地方暫避。如果你認為你居住的地方受到危險斜坡、護土牆或懸垂大石所威脅，你亦應立即撤離居所，到安全地方暫避。
- ✓ 山泥傾瀉警告發出後，民政事務總署將開放臨時庇護站。如需查詢就近庇護站資料，可致電民政事務總署緊急熱線 2835 1473。



霜凍警告

預料高山上或新界內陸地區可能出現地面霜時，即發出此項警告。



Monsoons 強烈季候風信號

發出強烈季候風信號，表示在本港境內任何一處接近海平面的地方，冬季或夏季季候風之平均風速現已或將會超過每小時 40 公里。冬季季候風一般從北面或東面吹來，而夏季季候風則主要是西南風。在十分空曠的地方，季候風的風速可能超過每小時 70 公里（相當於八號烈風或暴風信號）。

在夏天，亞洲大陸受到太陽的強烈照射，地面溫度升高，其上的空氣受熱，於是膨脹和上升，一個長期維持的低壓區便在亞洲中部形成。當溫暖潮濕的空氣從印度洋及南海吹向這個低壓區時，亞洲南部及東南部便受到夏季季候風的影響。

在冬季季候風影響著華南沿岸的時候，間中會有熱帶氣旋橫過南海，並於香港以南掠過。這時候，大陸性反氣旋和熱帶氣旋間的巨大氣壓差距，會導致香港的風力更為增強。

注意事項

- ✓ 強烈季候風信號生效時，市民應該留意天氣報告所述的風向。此外，應注意到由於氣流可能會受到附近建築物或地形的影響，局部地區的風力會特別疾勁。
- ✓ 如果你在當風地方，可能會受到季候風的正面吹襲，請採取預防措施，以防強勁陣風帶來的破壞。花盆及可能被風吹倒的物件應搬入室內。
- ✓ 工程師、建築師和承建商應將棚架、木板和臨時性建築物綁緊。
- ✓ 小艇艇戶應採取預防措施，以確保小艇安全，並檢查甲板上的物件是否綁緊。
- ✓ 參加水上運動或進行海上工作人士請特別小心，以防大風及大浪帶來的危險。靠近岸邊的海面亦可能會有大浪及暗湧，市民切勿掉以輕心，應遠離岸邊，以策安全。
- ✓ 所有在公路及高架天橋上駕車的人士，請特別提防強勁陣風的吹襲。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組



秋冬兩季香港受到東北季候風帶來的乾燥大陸性氣流影響，濕度通常較低，任何物品，不論室內或戶外，都會變得乾燥，火警更容易發生。遇上陽光普照的天氣，情況便會更為嚴重，即使是星星之火，轉瞬間便會釀成火災。

「火災危險警告」旨在警惕市民，火災危險性甚高。而且一旦發生火警，更會迅速蔓延。警告生效期間火警的機會比平時上升。「火災危險警告」分為「黃色」及「紅色」兩種。「黃色火災危險警告」表示火災危險性頗高，而「紅色火災危險警告」則表示火災危險性極高。

每當發出「火災危險警告」，天文台便會透過電視台、電台及互聯網向市民發佈警告信息，以提醒市民注意及採取防火措施。電視螢光幕會顯示天文台設計的火災危險警告標誌。此外，漁農自然護理署會在郊野公園山火季節期間派員到其轄下的郊野公園把「火災危險警告」顯示在其入口處。消防處亦會把「火災危險警告」顯示在各消防局的警告版上，提醒市民應特別提高防火的意識。

注意事項

- ✓ 應在指定燒烤地點或露營地點生火。生火後，任何時刻都必須有人看管；離開前必須將所有火種熄滅。
- ✓ 切勿在刮強風時焚燒雜草及垃圾。
- ✓ 香煙和火柴必須完全熄滅才可拋棄。
- ✓ 冥鏹香燭應放在器皿內焚化。
- ✓ 電源插座不要附加太多插頭或電器，以免電線負荷太重。
- ✓ 煮食中的爐具必須有人看管。
- ✓ 不要把雜物放在走火通道。防煙門要保持關閉。
- ✓ 事先熟悉逃生路線，以及滅火設備的操作。
- ✓ 遇有火警，立刻撥電 999，報告火警所在地點。
- ✓ 郊遊人士遇到山火時應保持鎮靜，估計山火蔓延方向，避免跟山火蔓延的同一方向走避。選擇附近較少植物的地方及較易逃走的山徑逃生。沿現有的山徑逃生會比較容易及快捷。
- ✓ 當「黃色」或「紅色」「火災危險警告」生效時，表示火災危險性甚高，市民應特別提高警覺，並確保採取以上防火措施。
- ✓ 郊遊人士應留意漁農自然護理署在各郊野公園入口處所展示的「火災危險警告」情況，切勿留下火種，以免釀成燎原山火。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

寒冷及酷熱天氣警告

香港氣候變化甚大，每年均經歷炎熱和寒冷的季節。天文台負責密切監察各區氣溫的轉變。當預測香港會受到寒冷或酷熱天氣影響時，天文台便會發出警告，呼籲市民提高警惕，預防因嚴寒引起體溫過低，或因酷熱而中暑及曬傷。



寒冷天氣警告生效時的注意事項

- ✓ 市民應注意保暖，多穿保暖衣服，以防嚴寒天氣影響健康，並應保持室內空氣流通。
- ✓ 如必須外出，應避免長時間置身在寒風中。
- ✓ 如認識獨居的老人或慢性病患者，請間中致電或探訪他們，看看是否需要提供幫助。
- ✓ 使用暖爐或暖風機時，請注意消防安全，遠離易燃物件，及避免電力負荷過重，並切勿在室內生火取暖。
- ✓ 不論氣溫多少，當使用舊式氣體燃料熱水爐時，要確保室內有大量清新空氣。



酷熱天氣警告生效時的注意事項

- ✓ 在戶外工作或活動的人士，應多喝水和不要過度勞累。於感覺不適時，應盡快到陰涼的地方休息。
- ✓ 在沒有空調設備室內的人士，應盡量打開窗戶以保持空氣流通。
- ✓ 避免長時間在陽光下曝曬，以免受太陽紫外線曬傷。應穿上鬆身衣服以及配戴適當帽子和能吸收紫外線的太陽眼鏡。
- ✓ 泳客或在戶外遊玩的人士應重複塗抹防曬系數 15 或以上的太陽油。



海嘯警告

猛烈地震預計會產生或已產生海嘯。若海嘯持續，將會在 3 小時以內到達香港，而海嘯高度可能會超過正常潮水高度 0.5 米。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

七. 天氣與童軍活動

7.1 本港氣候對童軍活動進行時之影響

十一月至二月： 氣溫急降引致暴寒。風高物燥，易生山火。

三月至四月： 大霧可能引致迷途。

五月至十一月： 雷暴，大驟雨，水浸及山泥傾瀉。因高溫引致中暑。

7.1.1 斜滑山徑

斜滑的山徑，好像濕滑的石面、泥路或滿佈沙粒的乾爽劣地，均容易使遠足人仕在下坡時滑倒受傷。

安全指引

- ✓ 穿著有護踝及鞋底有凹凸紋的遠足鞋。
- ✓ 攜帶行山手杖，在有需要時使用。
- ✓ 避免行走在濕滑石面，泥路或滿佈沙粒的劣地上。

應變措施

- ✓ 在滑倒受傷時，檢查有沒有扭傷、擦傷或其他傷勢。需要時、立即進行急救。
- ✓ 有時骨折並不容易由表面察覺，若發現傷處紅腫或痛楚，不繼續行走。
- ✓ 若傷者可以繼續行走，用手杖幫助或行友扶持，不可以強行獨自行走，以免加重傷勢。
- ✓ 在扭傷或行動困難時，利用流動電話或派人求救，並將傷者移至陰涼而平坦的乾爽地面上，用衣物覆蓋保溫，等待救援人員到達。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

7.1.2 山洪暴發

一般遠足人仕不應低估山洪暴發的威力和速度。小溪的流水往往由於上游降下大雨，雨水會集湧而下，於數分鐘內演變為巨大山洪，如遊人適在溪中，極易為洪水沖走，引致傷亡。

安全指引

- ✓ 不要沿溪澗河道遠足。
- ✓ 夏天雨季，或暴雨後切勿涉足溪澗。
- ✓ 不要逗留在河道休息，尤其在下游。
- ✓ 開始下雨時應迅速離開河道，往兩岸高地走。
- ✓ 切勿嘗試越過已被河水蓋過的橋樑，應迅速離開河道。

應變措施

- ✓ 發現流水湍急，混濁及夾雜沙泥時，是山洪暴發之先兆，應迅速遠離河道。
- ✓ 如果不幸掉進湍急的河水裏，應抱或抓緊岸邊的石塊，樹幹或籐蔓，設法爬回岸邊或等候同伴救援。

7.1.3 山泥傾瀉

暴雨時或經連日豪雨，天然或人工斜坡經滲進大量雨水後，極易引致山泥傾瀉。

安全指引

- ✓ 暴雨時或連日豪雨後，避免走近或停留在峻峭山坡附近。
- ✓ 斜坡底部或疏水孔有大量泥水透出時，顯示斜坡內的水份已飽和，斜坡之中段或頂部有裂紋或有新形成的梯級狀，露出新鮮的泥土，都是山泥傾瀉的先兆，應盡快遠離這些斜坡。
- ✓ 如遇山泥傾瀉阻路切勿嘗試踏上浮泥前進，應立刻後退，另尋安全小徑繼續行程或中止行程。

應變措施

- ✓ 如隊友被山泥掩沒，切勿隨便嘗試自行拯救，避免更多人遇到傷亡，應立刻通知有關當局帶備適當工具進行救援。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

7.1.4 山火

在乾燥的天氣，山火於較斜的草坡上順風向上蔓延速度極快，遠足人士絕不可輕視山火的威力。

安全指引

- ✓ 為己為人，和保護大自然的生物及美景，任何時間都應小心火種。
- ✓ 切勿在非指定的燒烤地點或露營地點生火煮食；吸煙人士應避免吸煙；煙蒂和火柴必須完全弄熄才可拋棄於垃圾箱內。
- ✓ 由於山火於日間比較難於看見，應隨時留意飛灰和火煙味。如發現山火，必須盡速遠離火場。
- ✓ 緊記山火蔓延速度極難估計，如發現前路山下遠處有山火，也不應冒險嘗試繼續行程，以免為山火所困。

應變措施

- ✓ 遇到山火時應保持鎮靜，切勿驚慌。
- ✓ 切勿試圖撲滅山火，除非
 - a. 山火的範圍很小。
 - b. 你確實處於安全的地方。
 - c. 你有可逃生的路徑。
 - ✓ 估計以下情況，以便迅速離開火場。
 - a. 山火的蔓延方向避免跟山火蔓延的同一方向走避。
 - b. 附近小徑的斜度選較易逃走的小徑。
 - c. 附近植物的高度及密度選擇少植物的地方。
 - ✓ 沿現有的小徑逃生會比較少障礙，且走得更快。
 - ✓ 若山火迫在眉睫又無路可逃，則應以衣物包掩外露皮膚逃進已焚燒過的地方，這樣可減輕身體受傷的機會。如情況許可，切勿往山上走，因會消耗體力。
 - ✓ 切勿走進矮小密林及草叢，山火在這些地方可能會蔓延得很快而且熱力也較高。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

7.1.5 雷殛

雷電通常會擊中最高的物體尖端，然後沿著電阻最小的路線傳到地上。

遠足人士如遭電擊，大多會因而肌肉痙攣，燒傷，窒息或心臟停止跳動。

安全指引

- ✓ 留心電台或電視的天氣報告。避免在天氣不穩定時進行遠足，雷暴警告生效時更不宜。
- ✓ 在戶外，應穿著膠底鞋或靴。
- ✓ 切勿接觸水質或潮濕的物體。

應變措施

- ✓ 切勿站立於山頂上或接近導電性高的物體。樹木或桅杆容易被閃電擊中，應盡量遠離。
- ✓ 閃電擊中物體之後，電流會經地面傳開，因此不要躺在地上，潮濕地面尤其危險。應該蹲著並盡量減少與地面接觸的面積。
- ✓ 遠離鐵欄或其他金屬物體，身上的金屬物件例如金飾亦應暫時除去。
- ✓ 在可能情況下，躲入建築物內。
- ✓ 切勿游泳或從事其他水上運動。離開水面及找尋地方躲避。
- ✓ 避免使用帶有插頭的電器。
- ✓ 切勿接觸天線、水管、鐵絲網或其他類似金屬裝置。
- ✓ 切勿處理以開口容器盛載的易燃物品。
- ✓ 應提防強勁陣風吹襲。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

7.1.6 迷途

於天氣不佳或準備不足的情況下，最容易引致迷途。選用有明確路標的山徑及於出發前小心計劃行程，都可以減少意外的發生。

安全指引

- ✓ 選用有明確路標的山徑及於出發前小心計劃行程。
- ✓ 遠足人士應留意當天的天氣報告，避免在天氣情況不佳時進行遠足。
- ✓ 緊記帶備必需物品，例如地圖、指南針、食水、食物、電筒、雨具、收音機、急救藥箱、哨子、流動電話、記事簿和筆等。

應變措施

- ✓ 應利用指南針及地圖設法找出所處位置。
- ✓ 設法記憶曾經過之途徑，並經原路折回起點。若不能依原路折回起點，應留在原地等候救援。
- ✓ 切勿再往前進，以免消耗體力及增加救援的困難。
- ✓ 若決定繼續前進，尋路時應在每一路口留下標記。
- ✓ 如未能辨認位置，應往高地走，居高臨下較易辨認方向，亦容易被救援人員發現。
- ✓ 切忌走向山澗深谷，身處深谷不易辨認方向，向下走時雖容易，但下山危險性高，要再折回高地時也困難，以致消耗大量體力。
- ✓ 如果天氣寒冷而禦寒裝備不足、雷雨時或遇到山火，可暫離高地待情況好轉時，再到較高位置等候救援。
- ✓ 發出「國際山難求救訊號」。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

7.1.7 中暑

當環境溫度高，而人體無法藉出汗調節體溫時，便會中暑。患者感感到熱、暈眩、不安寧、甚至不醒人事。體溫可能升上 40°C 以上。皮膚乾燥而泛紅，呼吸和脈搏加速，嚴重者會休克，應盡快降低患者的體溫及尋求醫療援助。

過熱亦可能引致熱衰竭，通常是在炎熱潮濕的氣候中運動，尤其未能補充水所流失的水份和鹽份時發生。患者體力衰竭、頭痛、暈眩及惡心及可能肌肉抽筋，其面色蒼白，皮膚濕冷，呼吸和脈搏快而淺弱，體溫可能正常或下降。

安全指引

- ✓ 行程中有適當的休息，不應過勞，以免消耗體力。
- ✓ 避免長時間受到太陽直接照射。
- ✓ 要多喝水。

應變措施

- ✓ 讓患者躺在陰涼處，脫除衣物，雙足翹起，若患者是清醒，便給其攝取流質飲品，不要讓人群阻礙空氣流通。
- ✓ 如有必要可加用浸水、敷濕衣及風吹等能迅速降低體溫的方法，直至症狀消失為止。
- ✓ 繼續補充水份及馬上求救以便及早治理。
- ✓ 如果患者大量流汗、抽筋，可在水中加鹽每半公升水加半茶匙鹽。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

酷熱指數

在熱而濕度高的日子裏，我們必然會感到渾身不舒適。不舒適，固然是因為溫度高；但使我們感到不適的原因，卻不只是高溫，還有高濕度。

我們知道，人體散熱的其中一個機制是出汗—當溫度高而濕度低時，人體排出的汗液很快會被蒸發掉；相反，在溫度高而濕度亦高的情況下，人的汗液的蒸發速度會減慢許多。由於在蒸發過程當中會消耗熱能，因此人體出汗的目的就是促進蒸發，然後消耗我們身體的熱能，使我們感到涼快。

但是，在熱而濕度高的天氣下，人體這個散熱的機制卻會受到影響。由於汗液的蒸發會因濕度高而減慢，於是人體過多的熱能便不能有效地從排汗過程中被帶走。而中暑、抽筋、熱衰竭等問題便可能隨時發生。而在一般下列氣象條件下，人的體溫調節會受到障礙：

氣溫 40°C，相對濕度 30%

氣溫 38°C，相對濕度 50%

氣溫 30-31°C，相對濕度 85%

由於我們了解到濕度會影響我們身體所感覺到的溫度，因此，美國的國家天氣服務中心 (National Weather Service) 率先於 1984 年的夏季推出了酷熱指數—一個把溫度和濕度同時考慮的人體感溫指數。

有一點我們要注意的是，這個指數只可作為參考，這是因為不同的人對熱的適應程度不同。例如有些人在攝氏 31 度和濕度百分之 70 的情況下已感到很辛苦，有些人則不以為然；而且，風速、勞動強度、在高溫環境下的曝露時間、體質強弱、水份供給和健康狀況亦會影響人對高溫的反應。所以，在天氣炎熱而濕度高時，只要緊記多喝水，穿一些鬆身或透氣的衣服，避免在戶外暴晒，基本上都不會有大問題的。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

酷熱指數對應表

相對濕度 氣溫	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
28	28.2	28.6	29.1	29.7	30.2	30.9	31.6	32.3	33.1	33.9	34.7
29	29.5	30.1	30.8	31.6	32.5	33.4	34.4	35.5	36.7	37.9	39.3
30	31.0	31.9	32.8	33.9	35.0	36.3	37.7	39.1	40.7	42.4	44.2
31	31.9	32.9	33.9	35.1	36.4	27.9	39.4	41.1	42.9	44.8	46.8
32	33.8	35.0	36.3	27.8	39.4	41.2	43.2	45.3	47.5	49.9	52.4
33	35.8	37.3	39.0	40.8	42.8	44.9	47.3	49.8	52.5	55.4	58.4
34	38.2	39.9	41.9	44.0	46.4	49.0	51.7	54.7	57.9	61.3	64.8
35	40.7	42.7	45.1	47.6	50.3	53.3	56.5	60.0	63.7	67.6	71.7
36	42.0	44.3	46.7	49.5	52.4	55.6	59.1	62.8	66.7	70.9	75.3
37	44.9	47.5	50.3	53.4	56.8	60.5	64.4	68.6	73.1	77.8	82.8
38	48.0	50.9	54.2	57.7	61.5	65.7	70.1	74.8	79.8	85.1	90.7
39	51.3	54.6	58.3	62.3	66.6	71.2	76.1	81.4	87.0	92.9	99.1
40	54.8	58.5	62.6	67.1	71.9	77.0	82.5	88.3	94.5	101.0	107.9

備註

- >30C 加倍小心 - 有機會出現抽筋及熱衰竭
- >40C 危險 - 可能出現熱衰竭
- >55C 非常危險 - 隨時出現中暑

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

7.1.8 暴寒

身處寒冷的地方又沒有足夠的衣服，致體溫下降，久了甚至會致命，稱為體溫過低。即使在夏天，因突然而來的寒雨或暴雨，致氣溫急降，也容易引致暴寒。

暴寒的徵象：疲倦、無精打采、皮膚冰冷、步履不穩、發抖、肌肉痙攣、口齒不清、產生幻覺等。

安全指引

- ✓ 遠足前一晚必須充份休息。
- ✓ 如身體不適，就不應參加。
- ✓ 出發前吃一頓豐富有營養的飽餐，途中可吃高熱量食物，如朱古力。
- ✓ 帶備保暖用的維生袋、睡袋或禦寒衣服。
- ✓ 帶備一套乾衣服，以備更換。
- ✓ 勿帶過重的物品，以免消耗體力。
- ✓ 行程中有適當的休息，不應過勞，以免消耗體力。

應變措施

- ✓ 找地方躲避風雨。
- ✓ 迅速更換濕衣服。
- ✓ 用衣服或維生袋、睡袋把頭、面、頸和身體包裹以保暖。
- ✓ 以熱飲及高熱量食物，保持體溫。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

風寒指數

其實除了高溫高濕度的天氣會影響我們的身體機能外，在低溫再加上強風的情況下，我們的身體機能亦會受到影響。這是因為風會加速帶走我們身體的熱能，使我們感到的溫度比實際更寒冷。所以，我們絕對不能忽略在低溫下風速對我們身體的影響。而風寒指數的目的，就是讓我們對寒冷再加上大風的天氣下有更好的防寒準備。

風寒指數的數字是基於一些在南極洲所做、對於人體在強風下有多大危險性會出現凍瘡 (frostbite) 的實驗而制訂。例如：當皮膚暴露於空氣時，如果風致冷的溫度(風寒指數)達攝影零下 30 度時，人的肌肉會有機會隨時凍結；而在攝影零下 50 度或以下時，人的肌肉則可於一分鐘內結冰。雖然香港的冬季未致於這麼冷，但如果氣溫下降至攝氏 8 度以下時又刮起強烈的東北季候風時，我們亦有機會感受到如攝氏零度以下的低溫，所以我們也不能鬆懈。

風寒指數對應表

風速 (km/h) 氣溫 (C)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
12	11.7	10.6	10.0	9.5	9.1	8.8	8.5	8.2	8.0	7.8
11	10.4	9.3	8.6	8.1	7.7	7.3	7.0	6.7	6.5	6.3
10	9.8	8.6	7.9	7.4	7.0	6.6	6.3	6.0	5.7	5.5
9	8.5	7.3	6.6	6.0	5.5	5.1	4.8	4.5	4.2	4.0
8	7.2	6.0	5.2	4.6	4.1	3.7	3.3	3.0	2.7	2.5
7	6.0	4.7	3.8	3.2	2.7	2.2	1.9	1.5	1.2	1.0
6	4.7	3.3	2.4	1.8	1.2	0.8	0.4	0.0	-0.3	-0.6
5	4.1	2.7	1.8	1.1	0.5	0.1	-0.3	-0.7	-1.0	-1.3
4	2.8	1.3	0.4	-0.3	-0.9	-1.4	-1.8	-2.2	-2.5	-2.8
3	1.6	0.0	-1.0	-1.7	-2.3	-2.8	-3.3	-3.7	-4.0	-4.3
2	0.3	-1.3	-2.3	-3.1	-3.7	-4.3	-4.7	-5.1	-5.5	-5.9
1	-0.9	-2.6	-3.7	-4.5	-5.2	-5.7	-6.2	-6.6	-7.0	-7.4
0	-1.6	-3.3	-4.4	-5.2	-5.9	-6.5	-6.9	-7.4	-7.8	-8.1

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

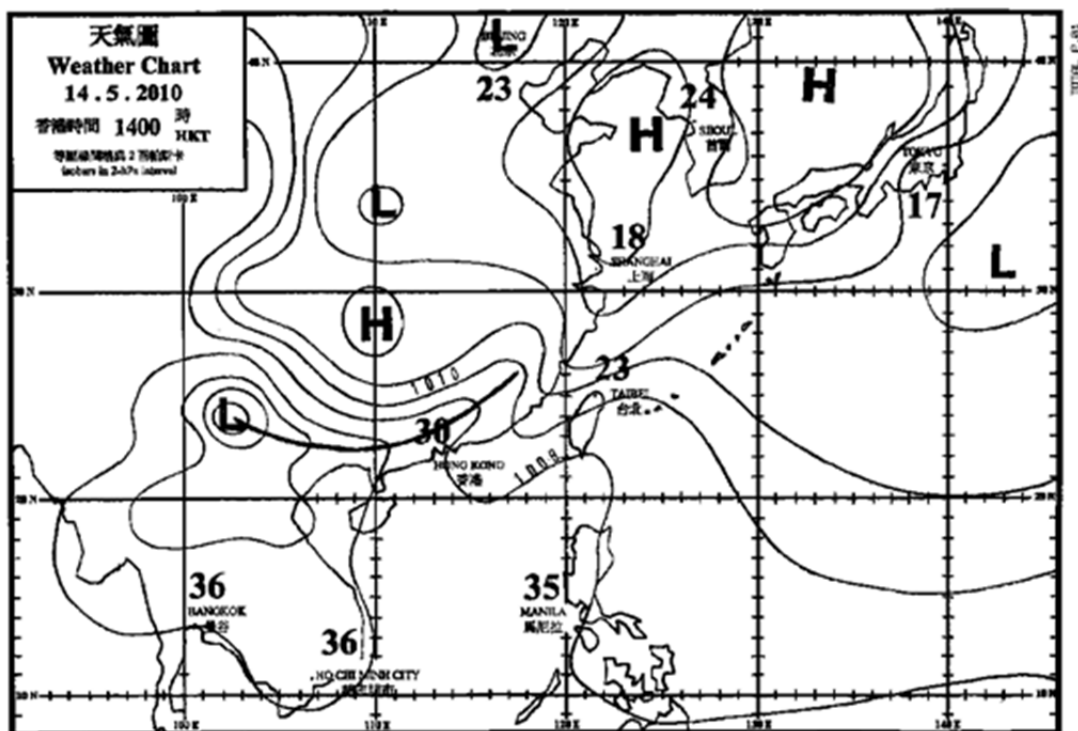
八. 天氣圖

8.1 天氣圖類別

由各地氣象站的同一時間的天氣要素所編成的天氣圖。

8.1.1 等壓圖

- 香港天文台於 0500，0800，1400，2000 時，將各地氣象站地面的氣壓數字記錄下來，並且以人手編成等壓圖。
- 香港天文台於每天 0500，1400，2000 時發報的，是一般的等壓圖，除了氣壓系統、等壓線及溫度外，不會提供其他的天氣資料。



2010 年 5 月 14 日下午 2 時等壓圖

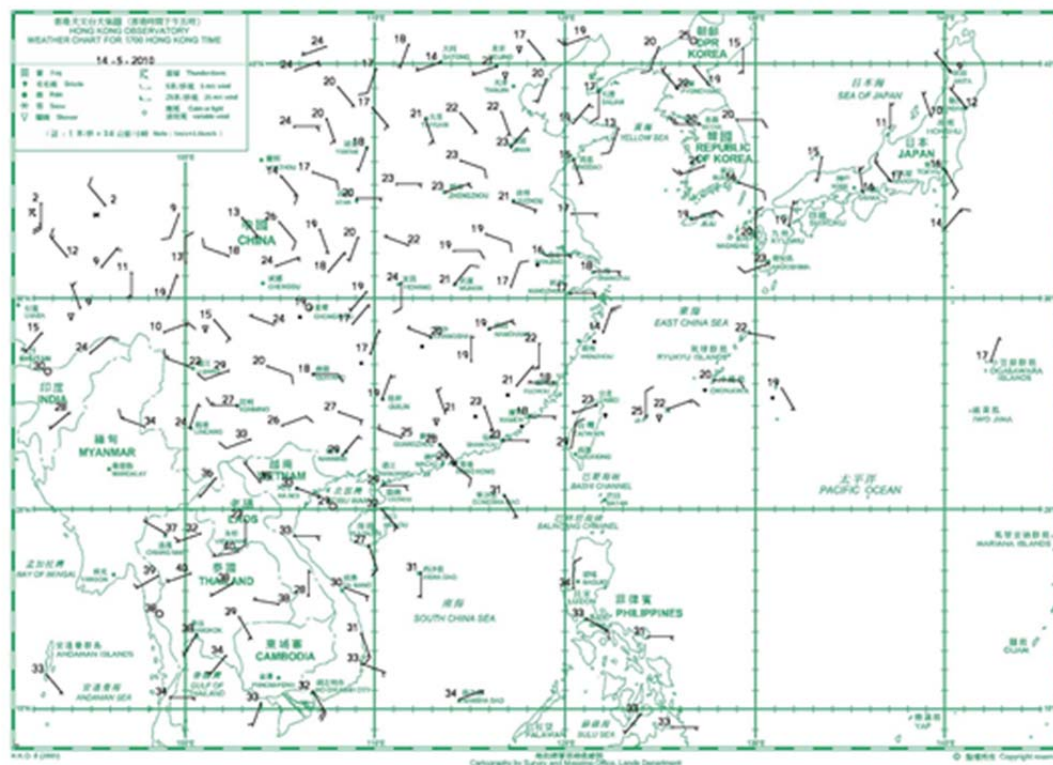
<香港天文台>

8.1.2 氣象觀測資料

香港天文台於 0200，0500，0800，1100，1400，1700，2000，2300 時，將各地氣象站主要的天氣要素記錄下來，編成氣象觀測資料。

氣象觀測資料主要包含以下要素：降水類別、雷暴、風速及風向。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組



2010年5月14日下午5時氣象觀測資料
 <香港天文台>

8.1.3 地面天氣圖

- 香港天文台除了於每天 0500，1400，2000 時發報一般的等壓圖外，會於每天的 0800 發報地面天氣圖。
- 簡單來說，地面天氣圖就是氣壓圖加上氣象觀測資料。
- 為了方便市民大眾，香港天文台的地面天氣圖是簡化了的。

地面天氣圖與地圖一樣，會以符號表示一些資訊

圖例	資料	圖例	資料
☉	毛毛雨 Drizzle	○	無風 Calm 或微風 or light variable wind
●	雨 Rain	└	5 米每秒風 5m/s wind
▽	驟雨 Shower	└	25 米每秒風 25m/s wind
⚡	雷暴 Thunderstorm	—	等壓線 Isobar (hPa)
✳	雪 Snow	└└└	冷鋒 Cold Front

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

	煙霞 Haze		暖風 Warm Front
	薄霧 Mist		錮囚鋒 Occlusion
	霧 Fog		靜止鋒 Stationary Front
	沙塵 Sand/Dust		消散中的冷鋒 Dissipating Cold Front
	沙塵暴 Sandstorm/Duststorm		槽軸(線) Axis of Trough
			熱帶氣旋中心 Centre of Tropical Cyclone

等壓線近似等高線。每一條等壓線會有其代表氣壓值，兩條等壓線相差 2hPa。等壓線不會相交、重疊或斷開。

風會由高壓區吹向低壓區，等壓線排得越密，氣壓梯度力越大，風力越強；等壓線排得越密，氣壓梯度力越小，風力越弱。

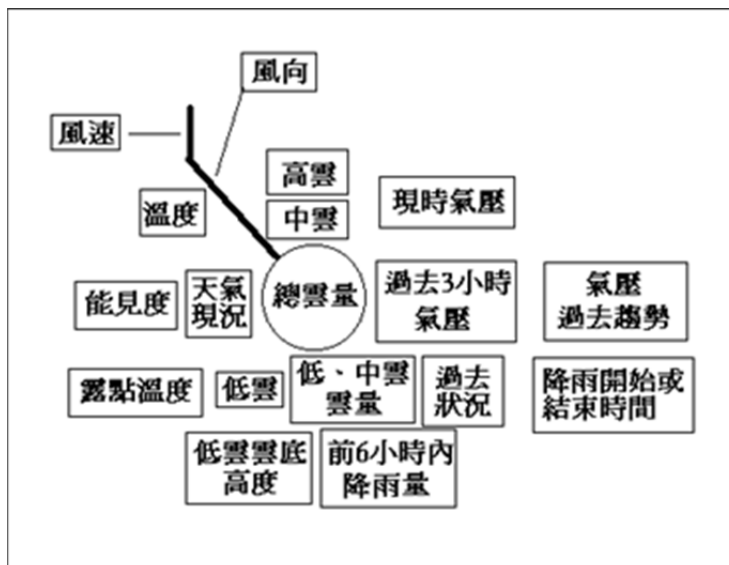
高壓區如同地圖上的高山。高山和高山連成的線上是山脊；高壓區和高壓區連成的是高壓脊 (ridge)。高壓區及高壓脊的天氣會較為晴朗。

低壓區如同地圖上的低地。低地和低地連成的線上有山谷；低壓區和低高壓區連成的是低壓槽 (trough)。低壓槽會有畫上一條槽線表示。低壓區和低壓槽的天氣會多雲有雨，天氣惡劣。

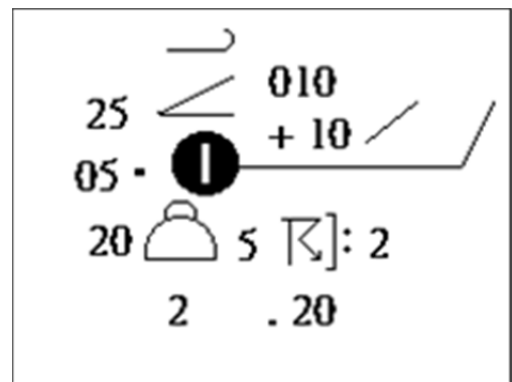
香港童軍總會 青少年活動 氣象組

8.2 天氣圖圖例(include please)

「天氣圖圖例」常用用於「天氣觀察圖」，方便氣象觀察員了解某一地點的繁多氣象資料。例如：溫度、露點溫度、風向、風速、能見度、氣壓、現時及過去的天氣狀況、雲種、雲量



例子



名稱	例子顯示	描述
總雲量	●	7份
風向	↗	東風
風速		5米/秒
現時氣溫	25	25°C
現時露點氣溫	20	20°C
現時天氣狀況	·	有斷續雨水
過去天氣狀況	⌚	過去一小時有雷暴，並且有中度或嚴重降雨/雪/雹
能見度	05	500米
現時氣壓	010	1001.0毫巴 (如果其數值為985，則為998.5毫巴)
氣壓過去趨勢	/	平穩地上升1.0毫巴
3小時前氣壓差	+10	上升1.0毫巴
6小時前降雨量	.20	20毫米
降雨開始或結束時間	2	1-2小時前
低雲雲底高度	2	300-599尺 / 100-199米
低、中雲量	5	
低雲雲種	☁	積雲
中雲雲種	☁	高層雲
高雲雲種	☁	卷雲

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

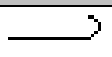




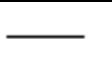



氣壓過去趨勢

符號	描述	符號	描述
	1. 上升，之後下降 2. 與3小時相同或略高		1. 下降，之後上升 2. 與3小時相同或略低
	1. 上升，之後平穩 2. 上升，之後慢慢地上升		1. 下降，之後平穩 2. 下降，之後慢慢地平穩
	1. 平穩地上升 2. 不平穩地上升		1. 平穩地下降 2. 不平穩地下降
	1. 下降，之後上升 2. 上升，之後急速地上升		1. 上升，之後下降 2. 下降，之後急速地下降
	1. 平穩 2. 與3小時相同		

降雨開始或結束時間

符號	描述	符號	描述
0	沒有	5	4-5小時前
1	少於1小時前	6	5-6小時前
2	1-2小時前	7	6-12小時前
3	2-3小時前	8	多於12小時前
4	3-4小時前	9	不知道

雲種

符號	雲種	符號	雲種
	卷雲		雨層雲
	卷積雲		層積雲
	卷層雲		層雲
	高積雲		積雲
	高層雲		積雨雲

雲高

編碼	高度(尺)	高度(米)	編碼	高度(尺)	高度(米)
0	0-149	0-49	5	2000-3499	600-999
1	150-299	50-99	6	3500-4999	1000-1499
2	300-599	100-199	7	5000-6499	1500-1999
3	600-999	200-299	8	6500-7999	2000-2499
4	1000-1999	300-599	9	8000或以上	2500或以上

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

雲量

0份	1份	2份	3份	4份	5份	6份	7份	8份	被雲遮蔽

風速



東風 25 米 / 秒







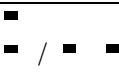


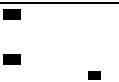
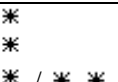


















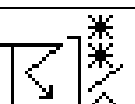


東風 5 米 / 秒

鋒面

符號	描述	符號	描述
	暖鋒 (地面) 南移		滯留鋒 (地面)
	冷鋒 (地面) 南移		暖鋒 (空中)
	囚錮鋒 (地面) 南移		冷鋒 (空中)

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

天氣狀況

符號	描述	符號	描述	符號	描述
	斷續雨點		斷續雨水		斷續雪
	輕度雨點 (斷續/連續)		輕度雨水 (斷續/連續)		輕度雪 (斷續/連續)
	中度雨點 (斷續/連續)		中度雨水 (斷續/連續)		中度雪 (斷續/連續)
	連續雨點		連續雨水		連續雪
	薄霧 / 煙霞		輕度驟雨		輕度驟雨及雪
	濃霧		中度/嚴重驟雨		中度/嚴重驟雨 及雪
	輕度驟電 (可能有雨/雪， 但沒有雷暴)		非常嚴重驟雨		雷暴，但觀察站 沒有雨
	中度/嚴重驟電 (可能有雨/雪， 但沒有雷暴)		觀察前一小時， 有雷暴。觀察時 有輕度降雨		輕度/中度雷 暴，降雨或降雪 (沒有降電)
	觀察前一小時， 有雷暴。觀察時 有降雨、降雪、 降電		觀察前一小時， 有雷暴。觀察時 有輕度/中度降 雨		輕度/中度雷 暴， 降電
	觀察前一小時， 有雷暴。觀察時 有中度/嚴重降 雨、降雪、降電		嚴重雷暴，降電		嚴重雷暴，降雨 或降雪 (沒有降電)

上述天氣圖圖例常用於香港天文台的天氣圖，但為方便氣象觀察員了解某一地點的詳細氣象資料，大部分氣象所的天氣圖會加入更多天氣資料以進行天氣預測。例如：溫度、露點溫度、風向、風速、能見度、氣壓、現時及過去的天氣狀況、雲種、雲量等。

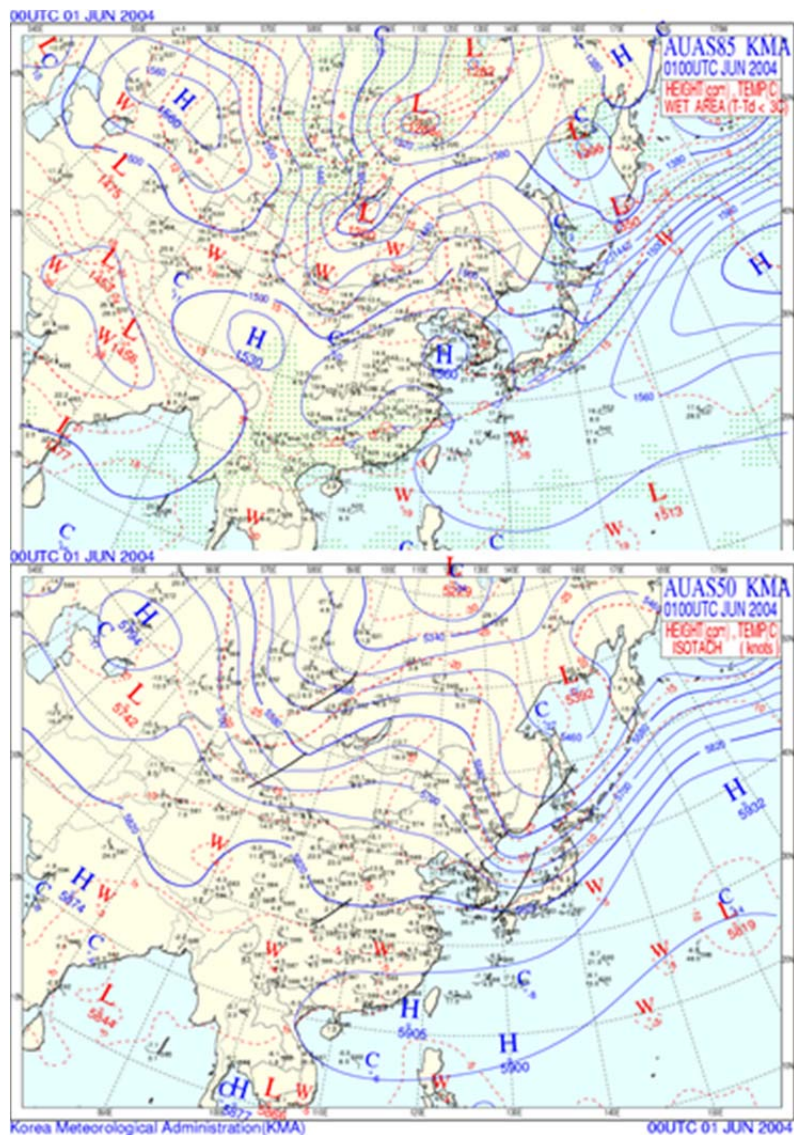
香港童軍總會 青少年活動 氣象組

8.3 高空天氣圖

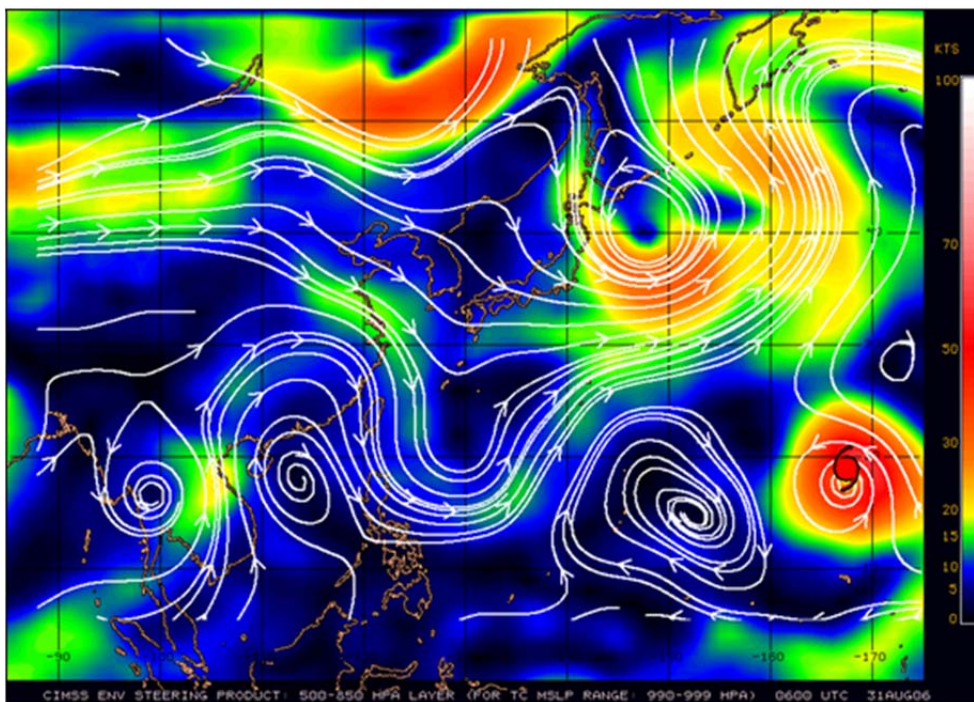
高空天氣多由探空氣球及氣象衛星負責探測。「探空氣球」會於京士柏氣象站每日 0800, 1200, 1600 及 2000 發放。氣象氣球綁上輕巧儀器（氣壓、溫度、濕度感應元件）；無線電探空儀會不斷測量大氣層不同高度的風向、風速、溫度、濕度及氣壓，並將資料傳送回氣象站。「氣象衛星」於太空以微波（Microwave）、紅外光（Infra-red）及可見光（Visible-Light）探測大氣狀況。

高空天氣圖會以氣壓值代替高度值來細分不同高度的高空天氣圖

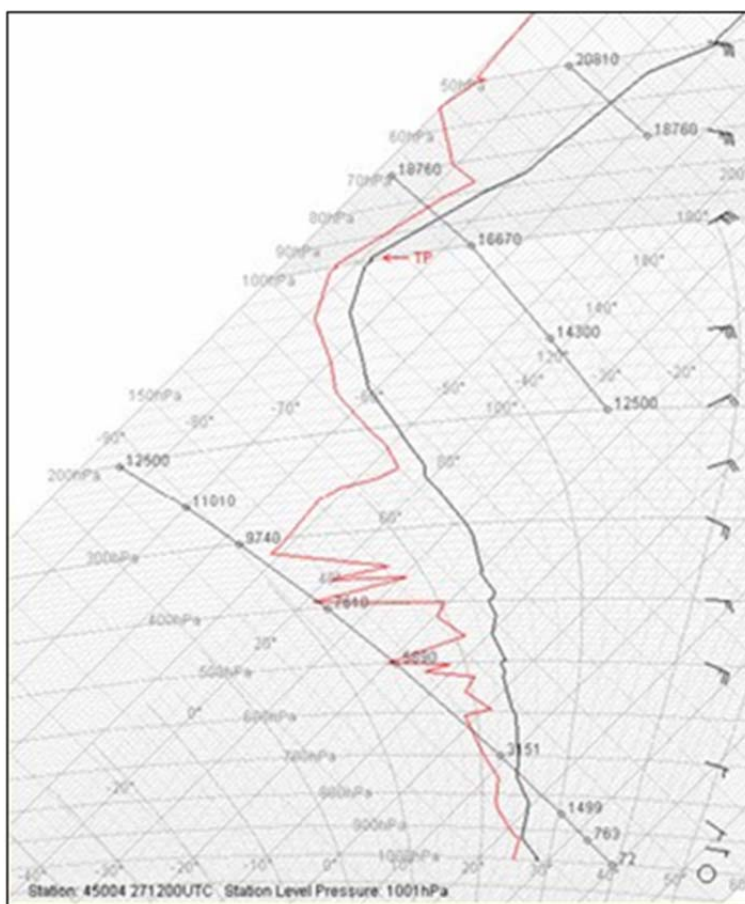
高度	相將海拔高度	高度	相將海拔高度
925 百帕	800 米	300 百帕	9000 米
850 百帕	1500 米	200 百帕	10000 米
700 百帕	3500 米	100 百帕	15000 米
500 百帕	5500 米		



香港童軍總會 青少年活動 氣象組



Western North Pacific Layer Mean Wind Analyses 500-850 hPa by MTSAT Satellite



京士柏氣象站探空圖

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

九. 天氣雷達及氣象衛星

9.1 天氣雷達

9.1.1 天氣雷達 (RADAR) 的操作原理

雷達不停發出微波脈沖，經大氣中的雨點反射，通過量度這些反射回來的訊號，就能探測到大氣中的降雨。一般來說，反射回來的訊號越強，雨勢就越大。至於雨區與雷達之間的距離，則可利用微波往返雨區所需的時間而計算出來。

近年來多普勒天氣雷達越趨普及，它能夠量度雨點移近(或遠離)雷達的速度。多普勒原理可利用救護車響號的聲調轉變來解釋：當救護車走近時，聲調會升高；遠離時，聲調會降低。換句話說，救護車移近得越快，聲調越高。多普勒雷達利用同一原理：雨點移近雷達的速度越快，反射回來的微波頻率（即聲調）就越高（圖 (a)）。透過這個頻率轉變，可導出雨點移近雷達的速度，從而替乘載這些雨點的風力提供了很好的估算。



圖 (a) 多普勒天氣雷達的工作原理

9.1.2 激光雷達 (LIDAR) 的操作原理

激光雷達的操作原理與多普勒天氣雷達的工作原理大致相同。激光雷達是發射紅外光光束，並接收自空氣中懸浮粒子反射的紅外光，以量度懸浮粒子的移動速度，得出風速（如圖 (b) 示）。

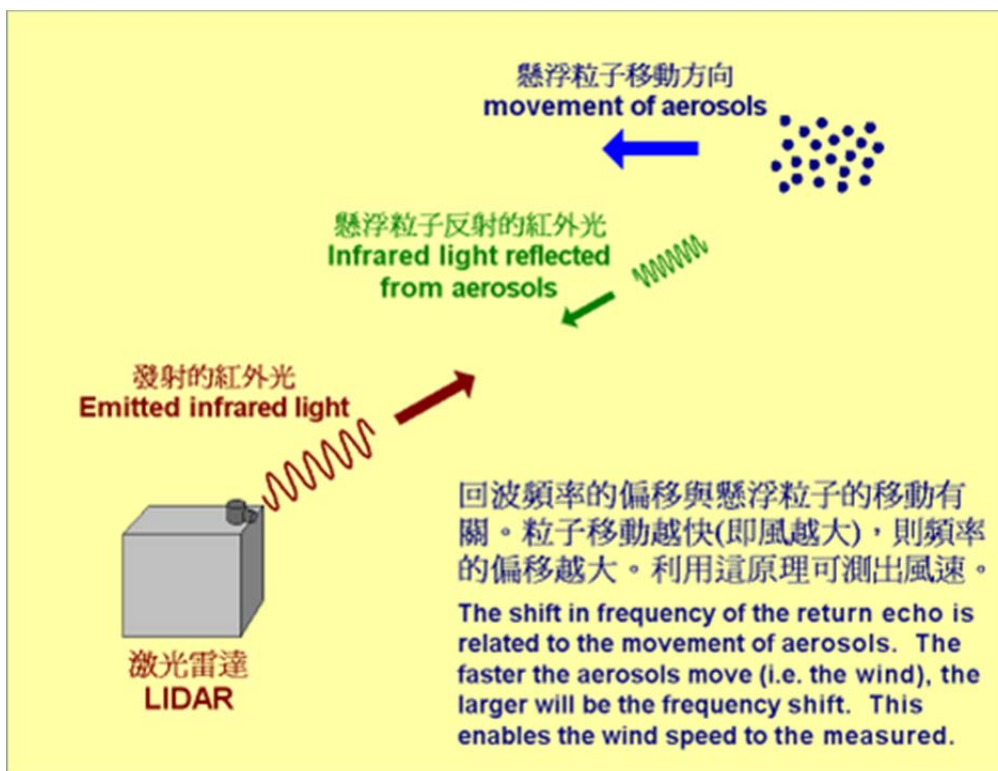


圖 (b) 激光雷達的操作原理

9.1.3 香港天氣雷達

9.1.3.1 多普勒天氣雷達

香港天文台現時有 3 台多普勒天氣雷達, 分別位於大帽山、大老山以及大欖桶。

大老山的多普勒天氣雷達不單能夠量度降雨的大小, 也提供了兩區移動速度的有用資料。當熱帶氣旋出現在雷達監察範圍內時, 這些資料對熱帶氣旋風力的估算發揮了重大作用。

大欖桶的多普勒天氣雷達專門探測機場附近出現的惡劣天氣, 並就對流性風暴引起的微下擊暴流和風切變作出預警, 以確保在這種天氣情況下航機升降的安全。

大帽山的多普勒天氣雷達配備了大型天線(直徑約 8.5 米)及高穩定度的發射器, 矗立於全港最高的山上掃描大氣。

雷達搜集到的高分辨率數據, 令預報員更清楚地掌握風暴結構, 有助及時發出惡劣天氣的預警。由於受地形和附近建築物的阻擋, 或為避免與其他雷達產生互相干擾, 單一雷達的覆蓋範圍在一些區域會受到限制。大帽山和大老山多普勒天氣雷達的結合使用, 能夠綜合兩台雷達數據的雷達圖片, 這在惡劣天氣下是特別有用的。此外, 結合兩台雷達的多普勒風數據, 更能算出香港附近的三維風場。

9.1.3.2 激光雷達系統

香港天文台分別於 2002 年及 2006 年在香港國際機場裝置了兩台「激光雷達系統」, 分別位於機場南(圖 (c))和機場北(圖 (d))消防局的天台上。這是世界上第一台用於機場天氣預警的激光雷達, 能夠監測兩條跑道上的風場。從圖 (e) 所見, 位於儀器室頂部的是一個掃描器, 用作發射紅外光同時接收自空氣中懸浮粒子反射回來的紅外光。這紅外光對眼睛是安全的。掃描器可以水平地轉動來監測跑道上的風場, 它亦可向上擺動來捕捉風場隨高度的變化。激光雷達的操作是全自動化的。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

圖 (f)是儀器室內部，內部有一個藍色圓筒形的儀器。這是一個收發器，亦是激光雷達的靈魂。它除了產生紅外光外，亦接收掃描器所收集回來的信號，並將信號轉送到收發器旁的電腦。電腦處理接收到的信號後計算出風場，並以圖像形式顯示出來（如圖示）。在機場氣象所的航空預報員亦可看到相同的圖像顯示在機場氣象所的航空預報員利用激光雷達的資料來監察機場附近的風場。除了監測風場外，激光雷達也可測量懸浮粒子的後散射，方便用作監測機場附近的煙霞。



圖 (c)



圖 (d)



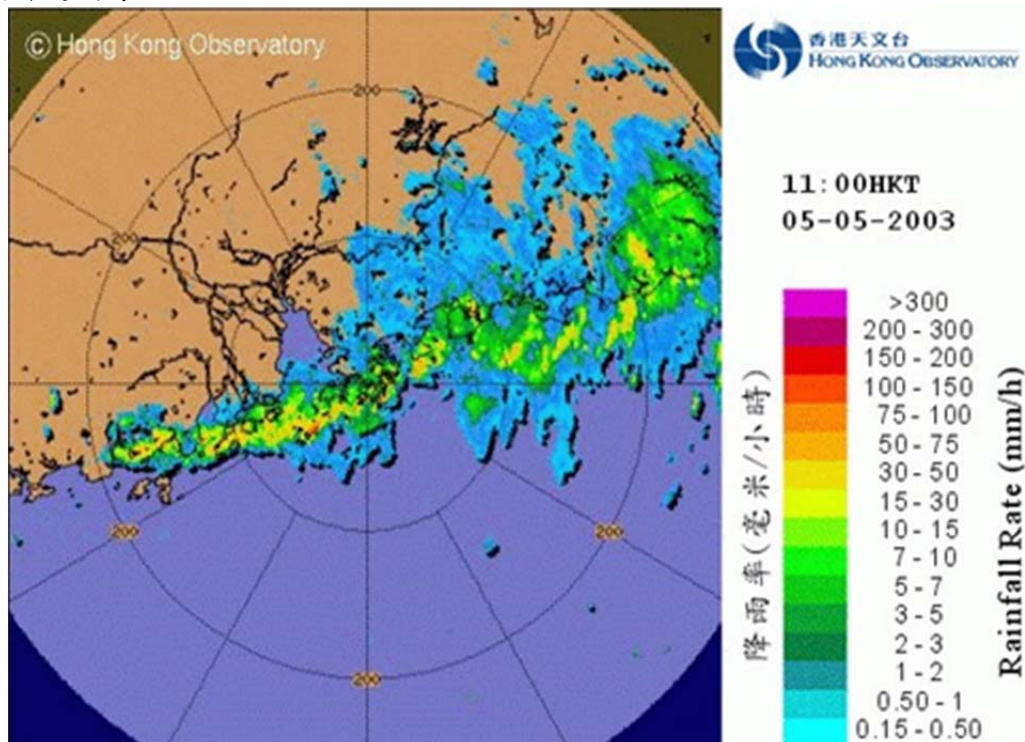
圖 (e)



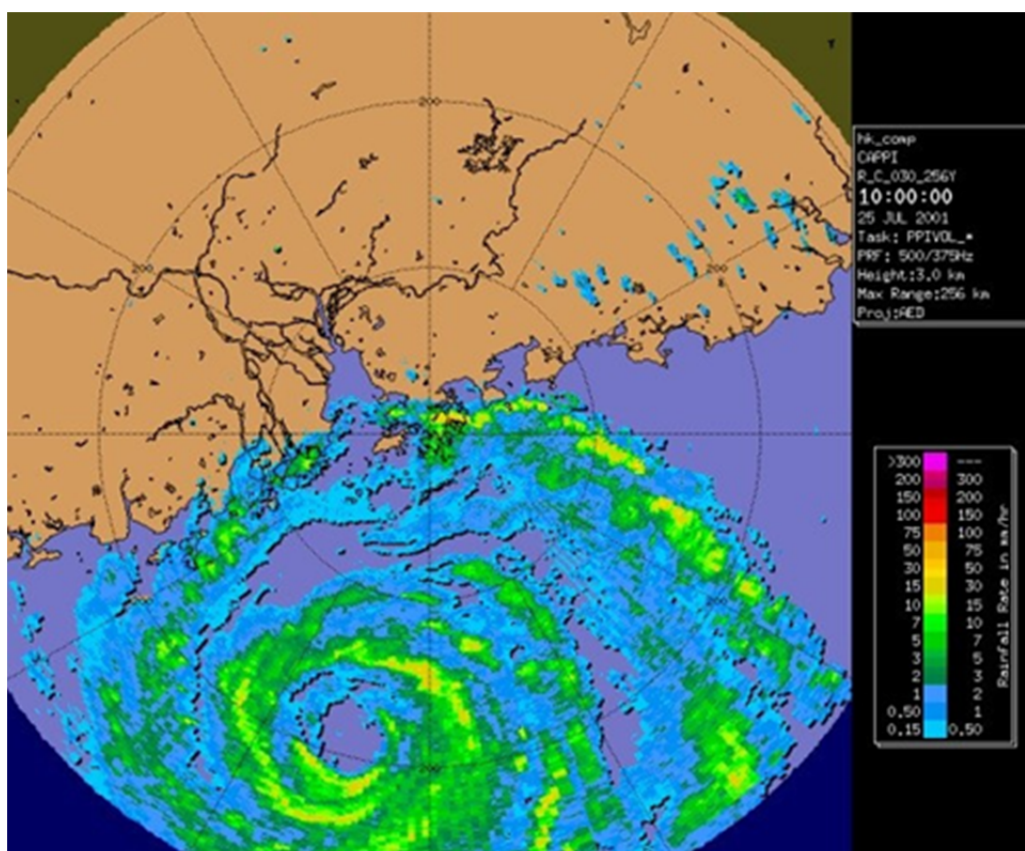
圖 (f)

(圖片由香港天文台提供)

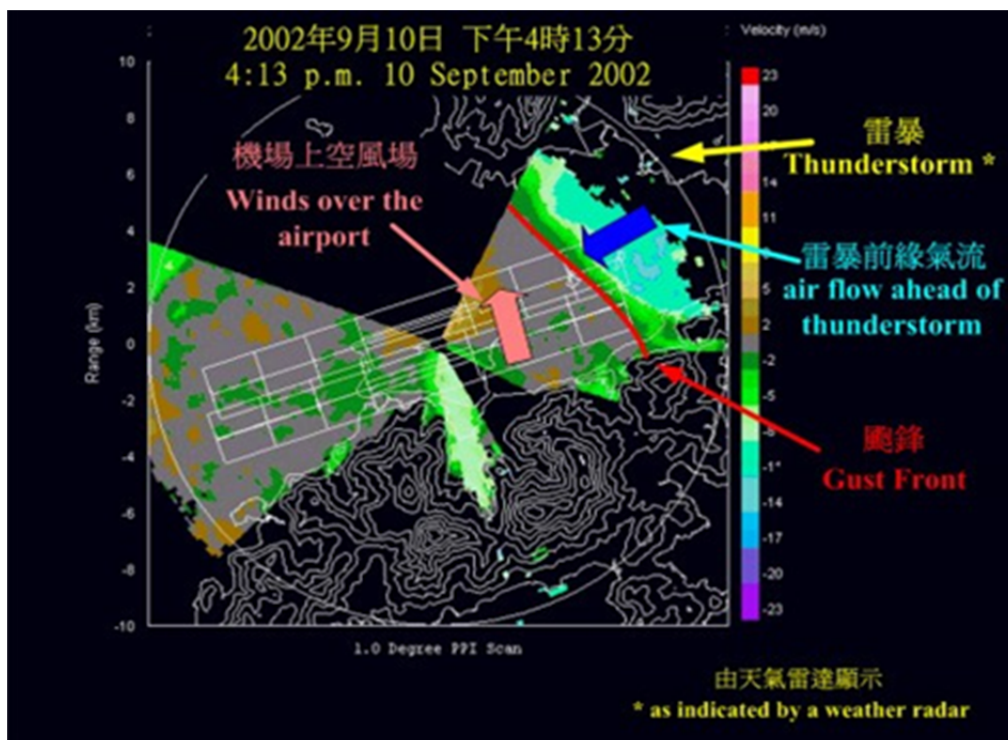
9.1.4 天氣雷達圖像



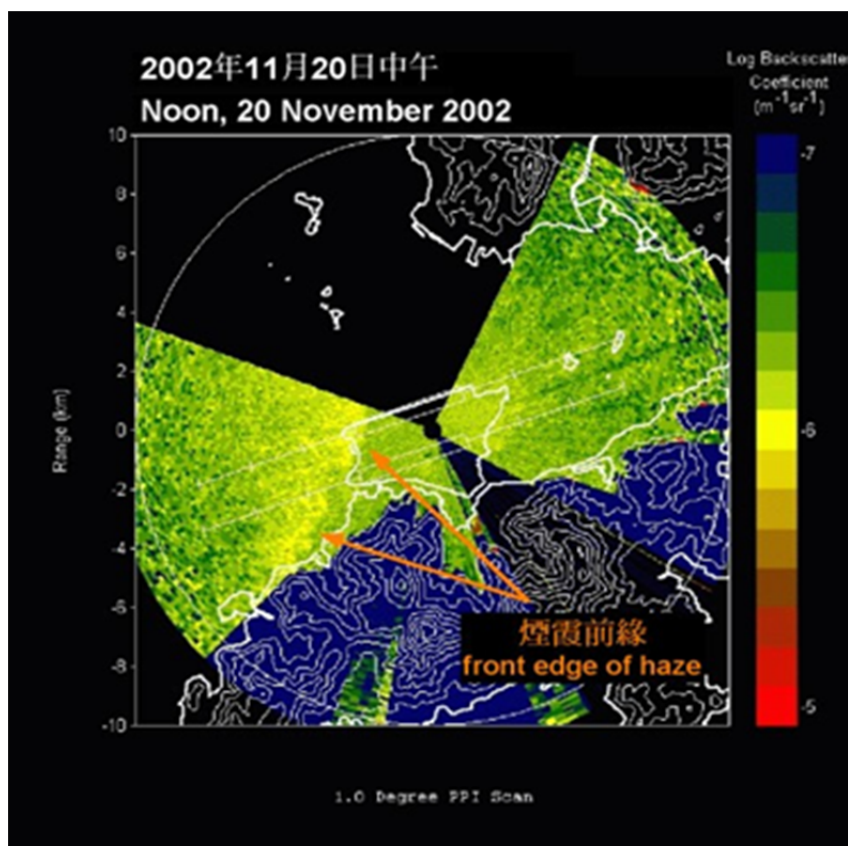
雷達圖像為2003年5月5日早上天文台雷達所觀測到的情況。圖像顯示一道大雨帶正影響香港及華南沿岸部份地區。當時紅色暴雨警告信號正在生效。



結合大帽山和大老山兩台雷達的合成雷達圖像。圖中清楚可見在2001年7月25日早上颱風玉兔的風眼在香港西南偏南約200公里。



在二零零二年九月十日的下午，雷暴正影響著機場東北面十五公里的地方。從激光雷達圖像可以很清楚看到雷暴前緣的大風(由深藍色的箭頭表示)。大風的前緣名為「颶鋒」。一架飛機報告在下午著陸時遇到風切變，顯然飛機當時正飛越該颶鋒。



二零零二年十一月二十日中午的激光雷達圖像。當時所吹的西北風為機場帶來了煙霞，圖中清晰可見的明亮地方便是煙霞的前緣。

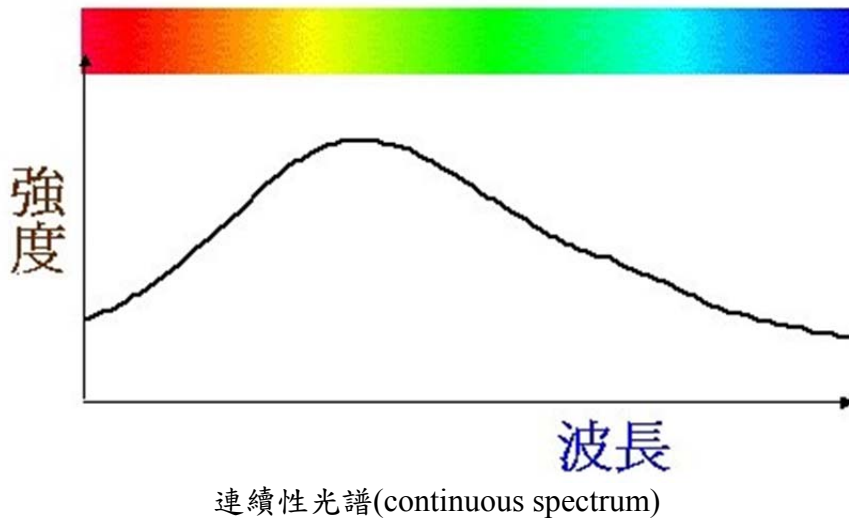
9.2 氣象衛星

氣象衛星 (Meteorological Satellite) 在地球上空遠處運行。它所攜帶的感應器指向地球，從而拍攝地球的鳥瞰圖。要理解氣象衛星的操作原理，必先了解衛星如何接收訊息及如何運行。

9.2.1 物體輻射

9.2.1.1 物體的輻射

一個熱平衡狀態下，物體會散出輻射，這稱之為熱輻射 (thermal radiation)。物體會在所有波長的輻射能量中，呈現出連續性光譜(continuous spectrum)。

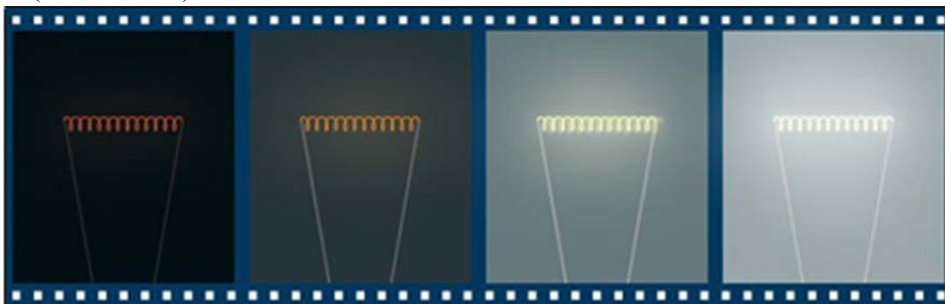


黑體輻射 (Black body radiation)

黑體輻射是指黑色物體所產生的輻射。所謂黑體，是指物體有以下特性：

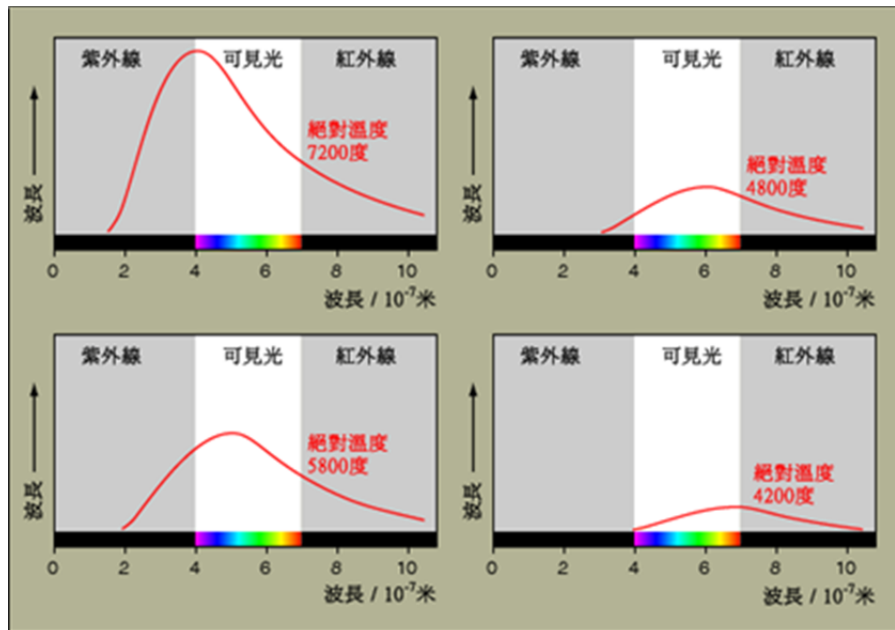
- 1) 黑體會吸收外來的全部電磁波
- 2) 黑體不會反射電磁波，其輻射能量是連續能譜，以電磁波向四方八面傳遞
- 3) 黑體放出來的電磁波，全取決於黑體的表面溫度。

根據維恩定理 (Wien's law)，我們可以得知黑體輻射光譜的波峰和溫度有關。



由於物體的表面溫度不同，物體看起來的呈現的顏色亦不同。

而卜朗克定律(Planck's law)則告訴我們黑體在不同的溫度下的輻射情況。



由於太陽和地球，以及大氣層都是黑體，所以我們從中可以得知：太陽和地球都釋放輻射能量是連續能譜，但由於它們的表面溫度不同，連續能譜峰頂對應的波長也不同。太陽表面溫度較高($\sim 5760\text{K}$)，主要釋放短波長(紫外線)輻射；地球表面溫度較低($\sim 300\text{K}$)，主要釋放長波長(紅外線)輻射。

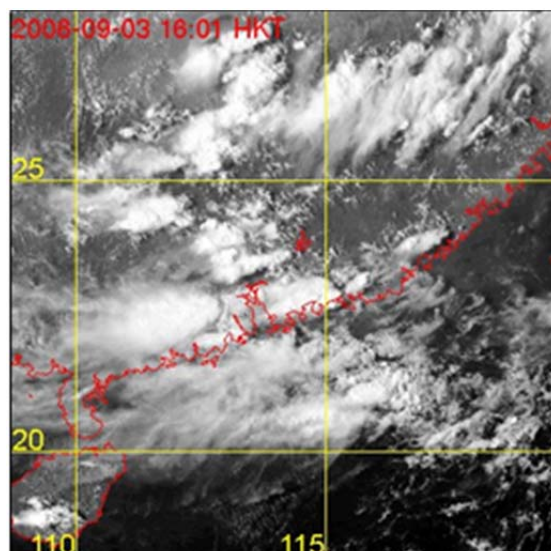
9.2.2 氣象衛星

氣象衛星根據其軌跡可分為兩類：地球同步氣象衛星和極地軌道氣象衛星。

9.2.2.1 地球同步氣象衛星 (Geo-stationary Meteorological Satellite)

地球同步氣象衛星相對地球是靜止不動的。它環繞地球的速度與地球自轉的速度相同，固它在任何時刻均逗留在地球上同一地點的上空。這使它能 24 小時不間斷地捕捉同一範圍的雲圖。它離地面約 35,800 公里，可拍攝到半個地球的影子。

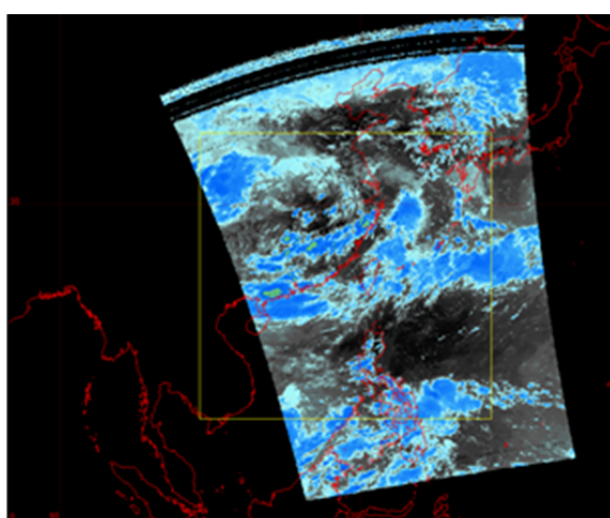
衛星名稱	位置	操作衛星的國家/組織
FY-2E	123.5°E	中國
FY-2D	86.5°E	中國
INSAT	75°E	印度
METEOSAT-6 METEOSAT-7	63°E 57.3°E	歐洲氣象衛星中心
METEOSAT-8 METEOSAT-9	3.5°W 0°	歐洲氣象衛星中心
MTSAT-1R	140°E	日本
Elektron-L1	76°E	俄羅斯
GOES-E	75°W	美國
GOES-W	135°W	美國



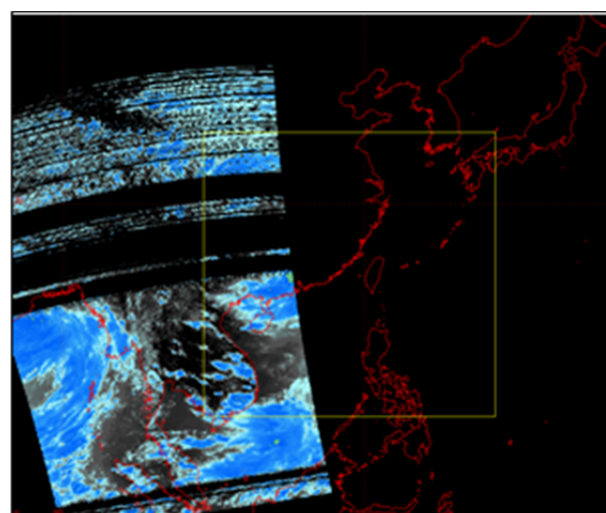
9.2.2.2 極地軌道氣象衛星 (Polar-orbiting Meteorological Satellite)

極地軌道氣象衛星以大致南北方向環繞地球運行。它的軌跡離地面約數百公里。它們大部份一天內經過同一地點一兩次。由於較接近地球，它們每次只能拍攝到有限區域的雲圖。相對地球同步氣象衛星，極地軌道氣象衛星圖像的數目較少，範圍亦較小。但此類衛星所拍攝之雲圖有一優點，就是雲圖的分辨率較高。

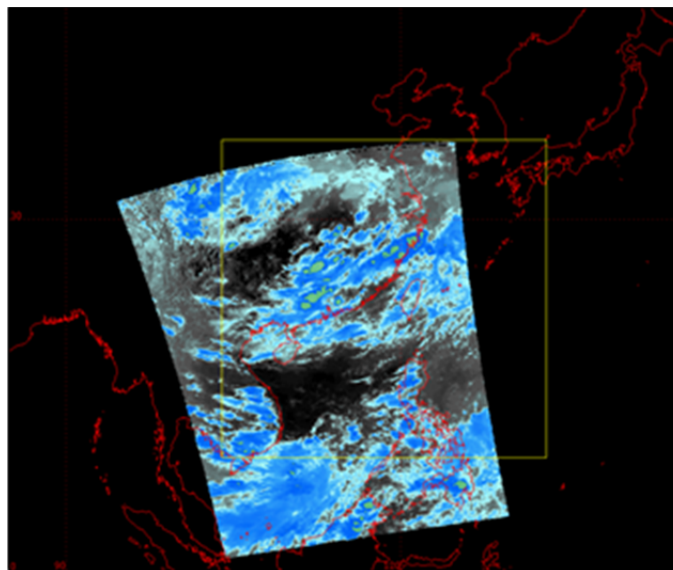
衛星名稱	軌跡高度	操作衛星的國家	應用範疇
MOAA 系列	830-870 公里	美國	雲觀測
FY 系列	870 公里	中國	雲觀測
TRMM	403 公里	美國、日本	熱帶雨量觀測
QuikSCAT	803 公里	美國	海面風向風速觀測



西方掠過



東方掠過



正中橫過

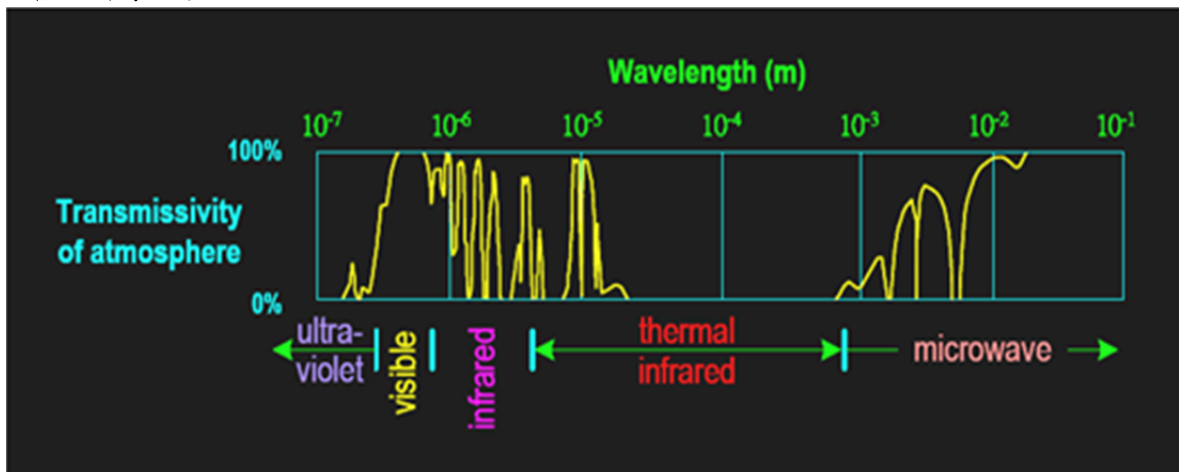
極地軌道天氣衛星所拍攝到的雲圖，在分辨率上會較地球同步天氣衛星的雲圖為高，能把較細緻的雲團結構顯示出來，有利監測重要天氣如熱帶氣旋或暴雨對香港的影響。

以下為極地軌道天氣衛星與地球同步天氣衛星運作模式的比較：

	極地軌道天氣衛星	地球同步天氣衛星
圖像分辨率	約一公里	約五公里
圖像覆蓋範圍	有限區域	整個地球
衛星位置	距離地面約數百公里	赤道上空約三萬六千公里
衛星運行方式	以南北方向環繞地球運行	在赤道上空隨地球同步運行
拍攝頻率	每天拍攝同一地點一至兩次	每小時拍攝一次

(以上資料為天文台提供)

9.2.3 衛星圖像類型



由於大氣層是由氣體組成，氣體會吸收從太空傳來的不同電磁波（Electro-Magnetic Wave），其吸收率也因應不同電磁波及不同高度而有所不同。有三個通道不被地球大氣層完成吸收 --- 紅外光（Infra-red）、可見光（Visible Light）及微波（Microwave）。

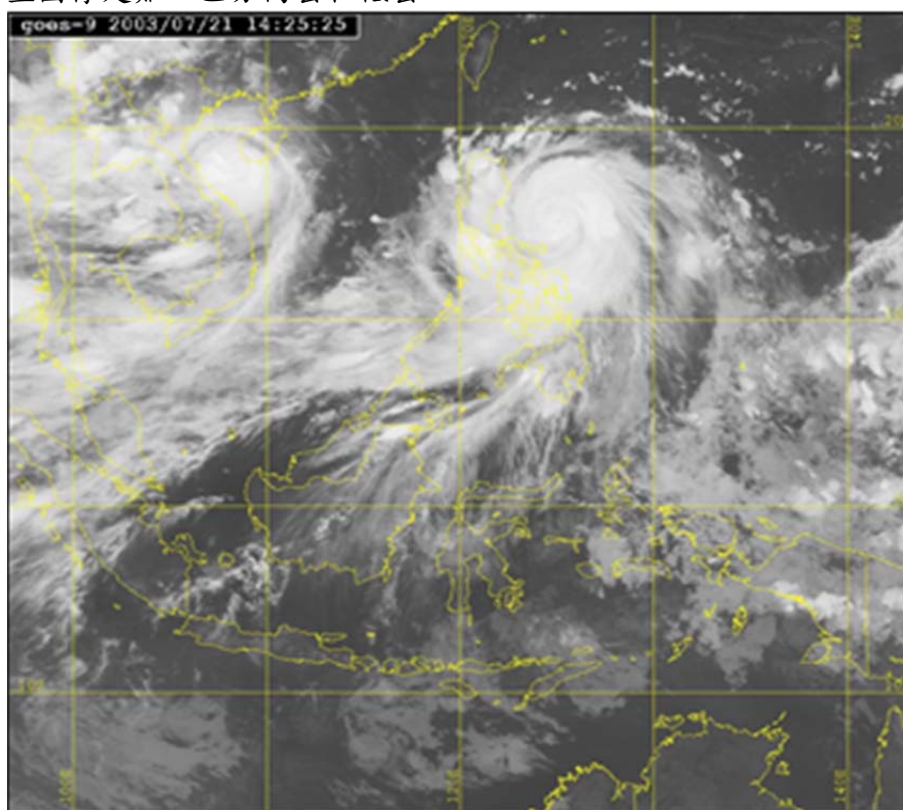
衛星的感應器可接上不同探頭，通常氣象會接上普通目視鏡頭、紅外光感應器及微波感應器。因此，衛星圖像可分為可見光衛星圖像、紅外光衛星圖像及水汽通道衛星圖像。

9.2.3.1 可見光衛星圖像

☒ 記錄自雲和地球表面反射回來的可見光
限制：

可見光源自太陽 - 晚間並沒有可見光衛星圖像

單靠可見光衛星圖像是難以區分高雲和低雲

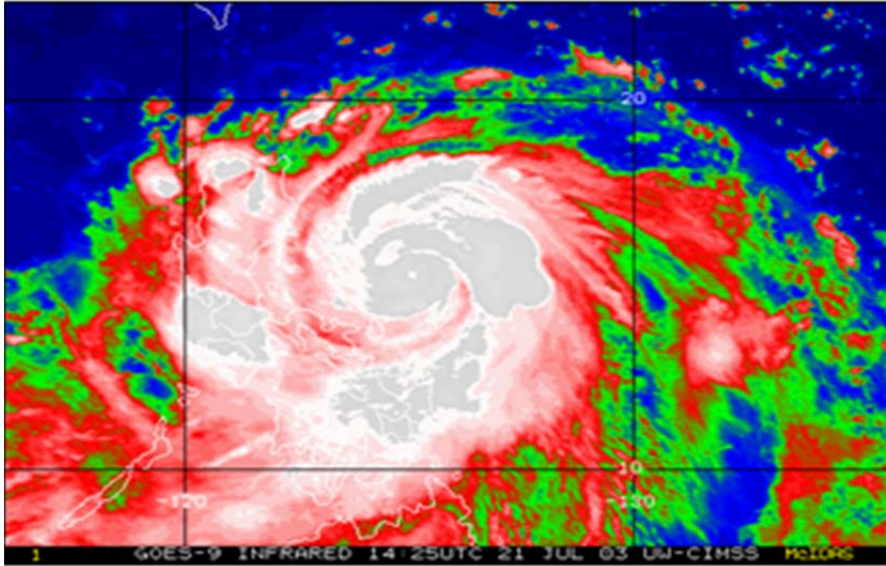


香港童軍總會 青少年活動 氣象組

9.2.3.2 紅外光衛星圖像

☐ 錄得的紅外光是量度溫度的一種方式大氣的溫度隨高度增加而減少，高雲溫度較低，其發放的紅外光較少可用來分辨高雲和低雲，亦可用來估計熱帶氣旋的強度
限制：

紅外光衛星圖像的分辨率較可見光衛星圖像低



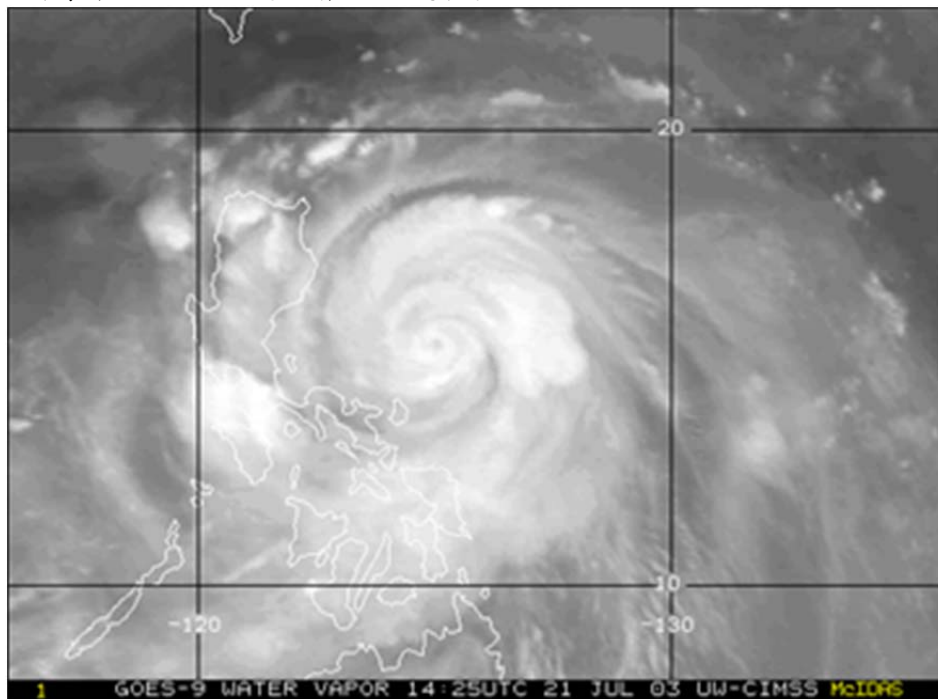
9.2.3.3 水汽通道衛星圖像

☐ 若果大氣高層較潮濕，那裏的水汽所發射的電磁波被感應器所接收，在衛星圖像上顯得較光亮

☐ 若果大氣高層較乾燥，自大氣中層的水汽所發射的電磁波便可傳至感應器，在衛星圖像上其顏色成暗灰色

限制：

水汽通道衛星圖像未能顯示大氣低層的水汽含量



香港童軍總會 青少年活動 氣象組

十. 中國民間氣象知識

10.1 二十四節氣

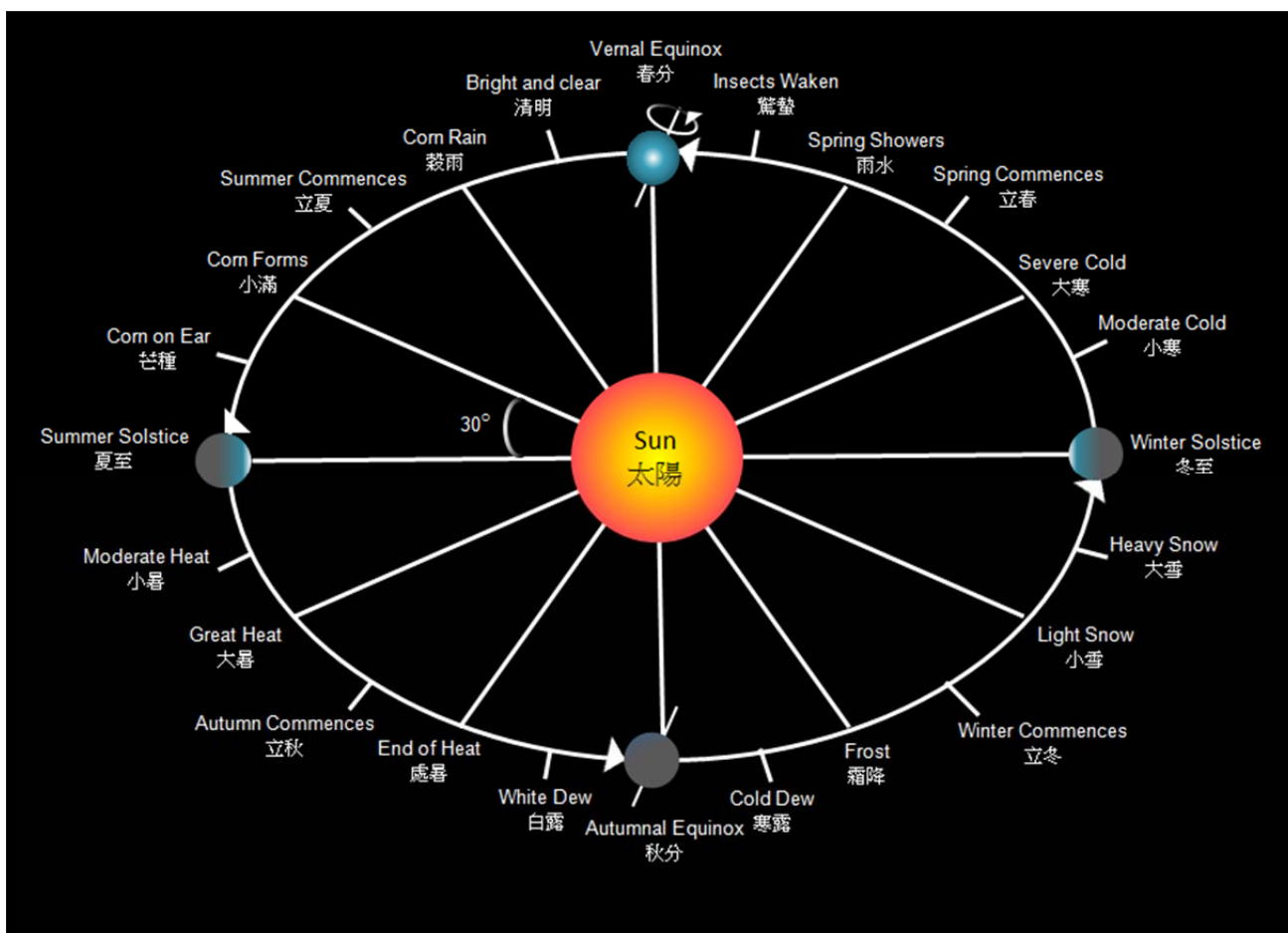
「氣」是中國古曆的陽曆成分，從冬至點開始到下一個冬至點為一年（回歸年）。一年分成二十四個「氣」，稱為「二十四節氣」。

10.1.1 節氣的起源

中國以農立國，為了預計天氣變化以及收成時間，中國古代勞動人民在觀察、測量太陽位置變化規律的基礎上，把一年劃分為若干「節氣」。二十四節氣起源於黃河流域，早在春秋時期，就有「仲春」、「仲夏」、「仲秋」和「仲冬」四個節氣。隨著不斷的改進，二十四節氣大致上確立。而西漢時問世的《淮南子·天文訓》則完整地記錄了二十四節氣。

10.1.2 節氣的分佈

由於二十四節氣以太陽運動為基礎，所以二十四節氣於陽曆的時間每年都大致相近。於陽曆的十二個月中，每個月有兩個節氣。在每月上旬的，又稱為「節氣」；在每月下旬的，又稱為「中氣」。上半年的「節氣」位於每個月的四至六日，下半年則位於每個月的六至八日；上半年的「中氣」位於每個月的十八至二十二日，下半年則位於每個月的二十二至二十四日。



二十四節氣

月份	節氣	中氣
二	立春	雨水
三	驚蟄	春分
四	清明	穀雨
五	立夏	小滿
六	芒種	夏至
七	小暑	大暑
八	立秋	處暑
九	白露	秋分
十	寒露	霜降
十一	立冬	小雪
十二	大雪	冬至
一	小寒	大寒

10.1.3 二十四節氣的類型

二十四節氣的命名充分考慮了季節氣候、物候等自然現象變化，而每一個節氣都有三個物候相對應，一共有七十二個物候，反映一年中季節更替的自然變化。

與季節開始有關	立春、立夏、立秋、立冬
與天文(太陽運動)有關	春分、夏至、秋分、冬至
與降水有關	雨水、穀雨、小雪、大雪
與氣溫有關	小暑、大暑、處暑、小寒、大寒
與水汽有關	白露、寒露、霜降
與物候有關	驚蟄、清明、小滿、芒種

二十四節氣起源於黃河流域，是古代中國人長年對太陽、氣候、物候的觀察所得出之文化結晶。雖然華南一帶氣候與華中有所不同，但仍然有寶貴的參考價值。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

10.1.4 節氣歌

古時有一首二十四節氣歌，全歌有四句，簡短而生動，清楚地將二十四個節氣順序串連起來。後人加上了後四句，更清晰地帶出了二十四節氣的分佈。節氣歌如下：

春雨驚春清穀天，夏滿芒夏暑相連，

秋處露秋寒霜降，冬雪雪冬小大寒。

上半年來六廿一，下半年是八廿三，

每月兩節不變更，最多相差一兩天。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

十一. 天氣預測

天氣預測有很多方法，各有優劣。然而，由於大氣運動的混沌本質，天氣預測受制於這自然限制，當預測越長遠的天氣時，結果會有越大的機會偏離預測值。

天氣預測的方法很多，當中主要可以分為傳統經驗(experiences)、類比法(analog)、持續性預報(persistence)、統計法(statistics)、外推法(extrapolation)及數值預報(numerical model)。

11.1 傳統經驗

傳統經驗是集古人長遠對天氣觀察而得出的成果，大多數民族都會將其歸納出天氣諺語。

以下是一些天氣諺語的例子：

看雲測天諺語

天氣轉好	天氣轉壞
早起浮雲走，中午曬死狗	天上鈎鈎雲，地上雨淋淋
雲從東南漲，有雨不過晌	天上棉絮雲，地上有雨淋
	天上堡塔雲，地下雨淋淋
	雲交雲雨淋淋
	西北黃雲現，冰雹到跟前
	魚鱗天，不雨也風顛
	西北來雲無好貨，不是風災就下雹
	雲結親，雨更猛

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

其他
日出紅雲升，勸君莫遠行；日落紅雲升，來日是晴天
烏雲接日高，有雨在明朝；烏雲接日低，有雨在夜裡
晚上西北暗，有雨還有閃；晚若西北明，來日天氣晴
黑雲是風頭，白雲是雨兆
早看東南，晚看西北
早怕南雲漫，晚怕北雲翻

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

雷電聲光測天諺語

天氣轉好	天氣轉壞
露水閃，來日晴	曇天西北閃，有雨沒多遠
早雷下大雨，下雨不過晌	雷聲像拉磨，狂風夾冰雹
其他	
急雷快晴，悶雷難晴	
東閃空，西閃雨，南閃火門開，北閃連夜來	
響雷雨不兇，悶雷下滿坑	
雷打天頂不雨不大，雷打雲邊大雨降	
春雷十日陰，春雷十日寒	

觀風測天諺語

天氣轉好	天氣轉壞
西北風開天鎖	東風急，雨打壁
	南風轉東風，三天不落空
	雨後西南風，三天不落空
	五月南風下大雨，六月南風井底乾
	南風不過三，過三不雨就陰天
	急風行雨暴
	風亂轉，不用算
	頂風上雲，不雨就陰
	西風隨日落止，不止刮倒樹
其他	
早刮東風不雨，澇刮西風不晴	
南風刮到底，北風來還禮	
東風濕，西風十，北風寒，南風暖	

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

其他天氣諺語

天氣轉好	
十霧九晴天	臘月寒，來年五月少雨潭
濃霜猛日頭	早西風夜東風，日日好天空
露水見晴天	饅頭雲在天腳邊，晴天無雨日有煎
早上有了霧，中午曬死兔	
天氣轉壞	
天上灰布點，細雨定連綿	天上雲像梨，地下雨淋泥
久雨見星光，明朝雨更狂	螞蝗悶熱出水面，晴天很快變雨天
海底照月主大風	螞蟻搬家蛇過道，必定大雨到
太陽顏色黃，明朝有大風狂	蟑螂整夜鬧，天明雨來到
時雨時晴，幾天幾夜不停	今日蜜蜂收工遲，明日可能天氣變
蜘蛛收網，大雨必到	立夏以後蛇出洞，準備工具快防洪
知道二月風，便知六月雨	水缸出汗蛤蟆叫，瓢潑大雨就要到
日暈三更雨，月暈午生風	早間日珥起狂風
晚上看西北黑，半夜有風雨	日頭出的早，天氣不牢靠
蚯蚓地上爬，近日就要下	當午日一顯，幾天不見面
其他	
春霧日頭、夏霧雨、秋霧涼風、冬霧雪	
雷轟頭頂，雖雨不猛。雷打天邊，大雨連天	
晴天蛙叫下大雨，雨天蛙叫要晴天	
雲向東，一場空。雲向西，披蓑衣	
有雨山戴帽，無雨雲擋腰	
重陽無雨看十三，十三無雨一冬乾	
立秋後三場雨，夏布衣裳高擱起	

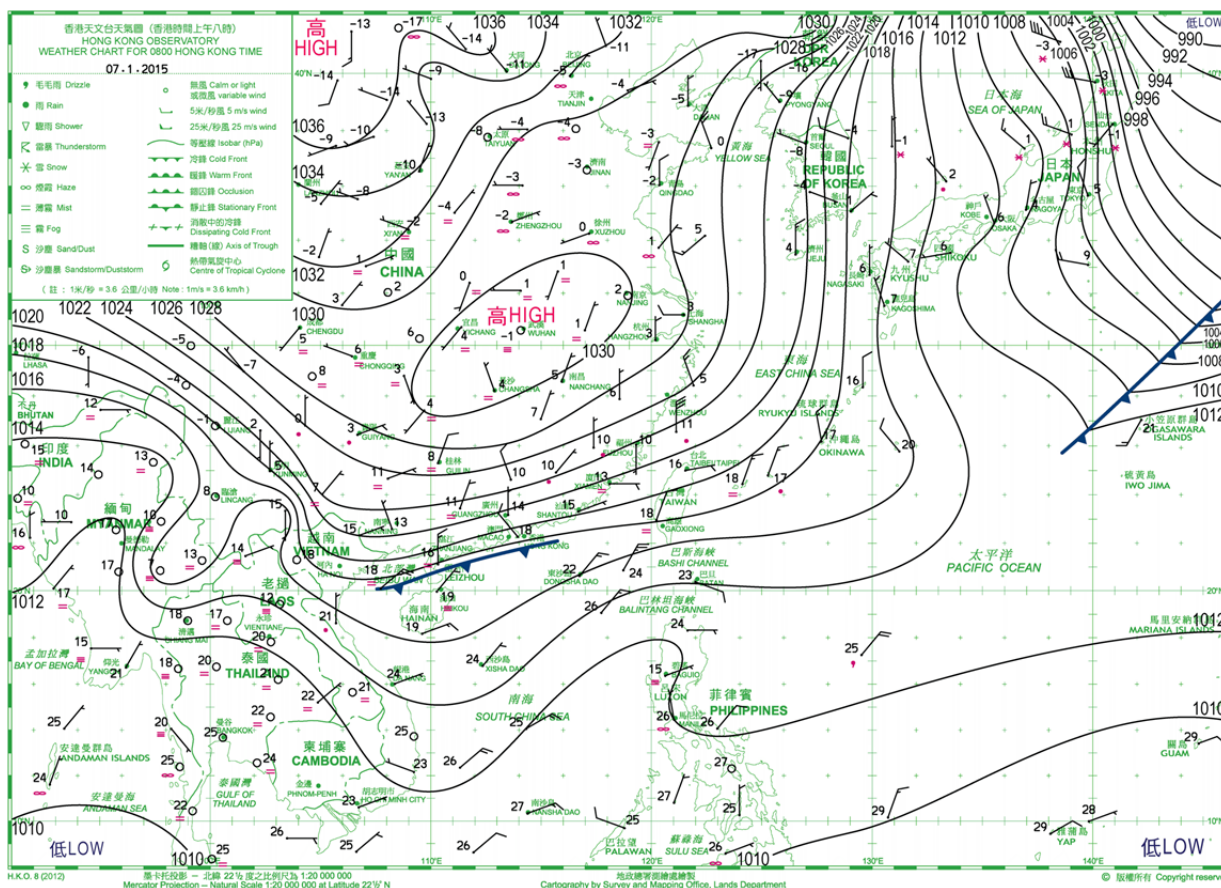
傳統經驗的好處是方便易記，琅琅上口。但缺點是缺乏科學尋根究底的精神，因此不科學、主觀及不定量。所以天氣諺語在使用時會無法解釋原因，甚至有時都會有錯誤。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

11.2 類比法

類比法是透過觀看大氣形勢，從過往的經驗中，找出類似的大氣形勢，從而推算出之後的走勢。

天氣系統是類比法的例子。氣象學家從過往的案例中，分析不同的大氣形勢會導致不同天氣，從而套用不同的形勢模式相關的典型天氣，進行天氣預測。



冷鋒可以導致氣溫驟降、風向改變、降水、露點溫度下降

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

11.3 持續性預報

對於短期的天氣預測，如果大氣形勢沒有重大改變，可以假設天氣會保持現狀。相似的天氣狀況將會持續幾天甚至更長，直至有其他系統影響。

持續性預報最適合用以預測氣溫。

二零一四年八月每日數據摘錄											
年 2014 月 8 前往											
日	天文台							京士柏	橫瀾島 ^A		
	平均氣壓 (百帕斯卡)	氣溫			平均露點溫度 (攝氏度)	平均相對濕度 (%)	平均雲量 (%)	總雨量 (毫米)	總日照 (小時)	盛行風向 (度)	平均風速 (公里/小時)
		絕對最高 (攝氏度)	平均 (攝氏度)	絕對最低 (攝氏度)							
01	1001.0	34.6	30.2	25.9	25.7	78	39	5.9	10.6	260	22.7
02	1001.4	32.8	29.7	26.1	25.6	79	47	10.7	10.7	230	16.3
03	1001.9	32.3	29.3	26.1	25.7	82	60	39.3	9.7	230	13.3
04	1002.4	32.7	30.2	27.2	26.4	81	72	12.0	6.9	230	12.1
05	1003.4	30.7	29.2	27.3	26.6	86	73	21.1	2.0	050	10.2
06	1003.6	31.1	28.1	26.1	25.7	87	83	36.5	3.2	220	12.9
07	1003.3	31.0	29.0	26.7	26.1	85	87	14.5	5.0	240	21.8
08	1003.0	32.3	29.9	28.1	25.4	78	57	0.0	11.0	240	20.4
09	1004.4	32.0	30.1	28.8	25.5	77	72	0.0	7.7	230	25.9
10	1004.7	32.4	29.8	27.5	25.5	78	74	5.1	7.3	240	27.2
11	1003.3	32.1	29.9	28.5	26.1	80	78	微量	6.1	240	22.1
12	1002.1	31.9	28.9	25.2	26.0	85	88	102.9	3.4	230	23.3
13	1003.5	28.8	26.0	24.3	25.3	96	93	166.1	0.0	220	16.2
14	1008.0	30.7	28.1	25.4	25.3	85	79	0.5	3.3	230	18.9
15	1010.1	32.4	29.2	26.7	24.8	78	53	0.0	10.9	230	13.7
16	1008.6	31.9	29.3	27.9	25.1	79	65	0.0	9.0	250	23.1
17	1007.3	31.9	29.3	27.3	25.0	78	49	0.0	11.2	240	20.4
18	1008.2	32.4	29.6	27.7	24.9	76	76	0.0	10.7	230	22.8
19	1008.7	31.3	27.4	24.6	24.7	86	93	42.1	2.0	240	26.9
20	1010.4	26.5	24.7	22.9	23.9	95	88	88.8	0.0	030	6.0
21	1010.7	30.7	26.9	23.9	24.3	86	68	0.1	5.4	170	8.1
22	1010.6	31.9	28.5	26.6	24.9	81	61	0.0	4.9	160	6.9
23	1009.8	32.2	29.1	27.2	24.9	78	51	微量	6.3	200	8.0
24	1009.7	33.2	29.1	26.9	24.4	76	40	0.0	9.2	140	8.6
25	1010.1	34.1	29.9	27.3	25.2	77	40	0.0	11.2	120	11.0
26	1010.6	34.2	30.1	27.9	25.4	76	40	0.0	10.3	060	18.2
27	1010.1	31.7	29.4	28.2	25.0	78	77	0.7	2.7	070	37.3
28	1012.1	32.1	29.5	28.1	25.8	81	79	0.3	5.7	120	22.4
29	1012.5	34.1	30.1	27.5	25.1	75	53	0.0	10.9	060	14.5
30	1011.1	34.0	30.1	27.8	25.0	75	60	0.0	11.0	060	16.9
31	1009.7	31.2	29.1	28.2	25.8	83	84	1.6	3.7	110	20.3
平均/總值	1007.0	32.0	29.0	26.8	25.3	81	67	548.2	212.0	240	17.7
正常 ^S	1005.2	31.1	28.6	26.6	25.0	81	69	432.2	188.9	230	19.4

夏天常見氣溫維持於相近數值

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

11.4 統計法

統計法是利用氣候資料作出統計分析，尋求平均值及平均誤差，或天氣現象發生的機率。通常天氣狀況都不會距離氣候平均值太遠。

香港氣象要素的五天平均值 (1981-2010)

日期	平均氣壓 (hPa)	氣溫(°C)			平均 相對濕度 (%)	平均日雨量 (mm)	雲量 (%)
		平均最高	平均	平均最低			
9-13/8	1004.8	31.0	28.6	26.6	83	15.5	71
14-18/8	1005.5	31.0	28.4	26.4	82	15.0	72
19-23/8	1005.3	31.1	28.5	26.5	81	17.0	69

二零一四年八月每日數據摘錄

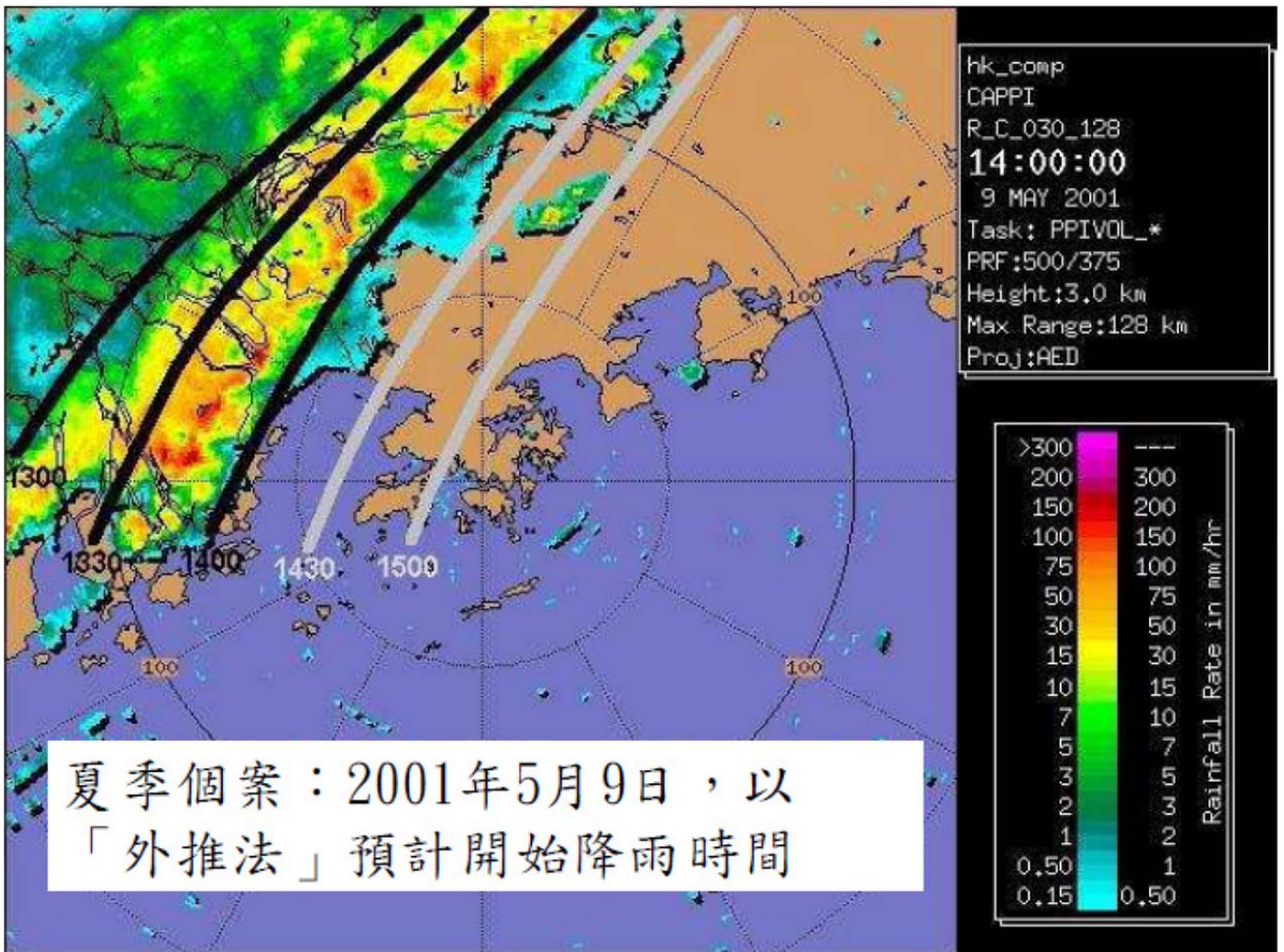
日期	平均氣壓 (hPa)	氣溫(°C)			平均 相對濕度 (%)	總雨量 (mm)	雲量 (%)
		最高	平均	最低			
13	1003.5	28.8	26.0	24.3	96	166.1	93
14	1008.0	30.7	28.1	25.4	85	0.5	79
15	1010.1	32.4	29.2	26.7	78	0.0	53
16	1008.6	31.9	29.3	27.9	79	0.0	65
17	1007.3	31.9	29.3	27.3	78	0.0	49
18	1008.2	32.4	29.6	27.7	76	0.0	76
19	1008.7	31.3	27.4	24.6	86	42.1	93
20	1010.4	26.5	24.7	22.9	95	88.8	88

以上例子可見，很多時候的天氣狀況會趨向氣候平均值，但個別亦會有個別極端天氣偏離平均值。

11.5 外推法

情況與持續性預報一樣，但主要適用於沒有外力影響下移動中的系統，如雨帶、熱帶氣旋。

從牛頓第一定律可知，一個移動中的物體在沒有外力影響的情況下，會保持慣性，維持速度移動。



這個方法於預測雨帶的移動非常有效，但由於現實天氣情況經常發生變化，雨帶可能會轉向、加快、減慢、突然增強或消散，因此利用外推法時，預測時間不宜過長。

11.6 數值天氣預報

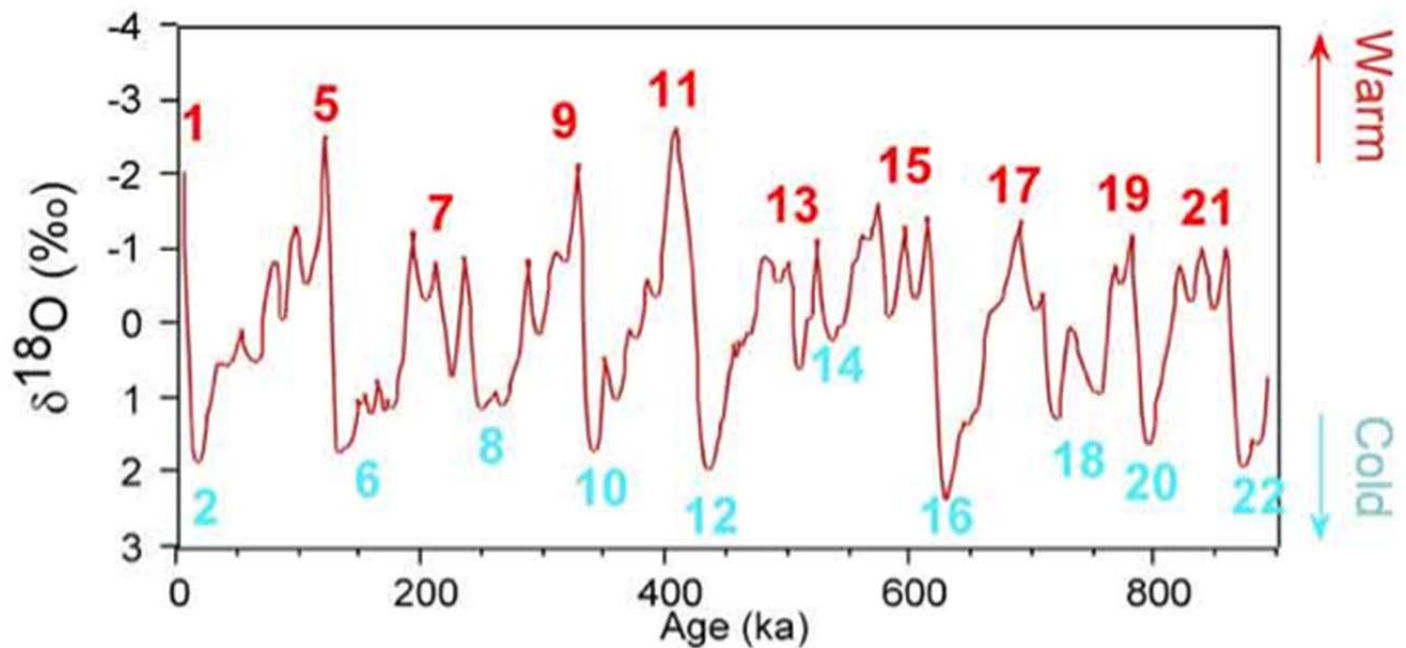
為求將天氣預報變得更準確，能夠定量、仔細、客觀地分析大氣，氣象學家以數學物理方法，透過電腦運算，推導相連的天氣演變，於是便產生了數值天氣預報模型(Numerical Weather Prediction Model)。數值天氣預報模型將大氣切割成很多小份，利用超級電腦，計算每一小份大氣之間的相互物理關係，預報天氣。

十二. 全球氣候變化

人類存在的時間太短，因此以為地球的氣候是非常穩定的。然而，地球的氣候曾經經歷過多次翻天覆地的變化，稱為全球氣候變化。

12.1 自然因素

地球氣候於地球形成的 46 億年內經歷過多次變化，造成多次較冷及較暖的時期，較冷的稱為冰期(glacial period)，較暖的稱為間冰期(interglacial)。



從冰期及間冰期出現的規律，科學家發現了數個影響地球氣候的因素，包括地球運動、太陽活動、地殼變動、海流及其他原因。

地球的公轉軌道的偏心率(eccentricity)、地球自轉軸傾角變化(obliquity)及地球分點歲差(precession)都會導致氣候變化，形成「米蘭科維奇循環(Milankovitch Cycle)」，令地球氣候以 400,000 年、100,000 年、41000 年等的周期進行氣候變化。

太陽活動方面，科學家認為太陽活動會影響太陽黑子、放出輻射及活躍程度，從而影響氣候。太陽活動周期主要為 11 年。

地殼運動可以影響氣候。除了板塊運動可以影響陸地改變海流，火山活動可以放出溫室氣體造成暖化，但同時火山灰可以阻擋太陽輻射。1991 年菲律賓皮納圖博火山(Mt. Pinatubo)爆發，其火山灰覆蓋範圍極廣，並令全球氣溫急降近 0.5°C。

海流是地球能量的運輸帶，當海流受到干擾，地球的能量運輸會減慢甚至停止。約 12,000 年前大量冰川融解，導致大量淡水流入海洋令溫鹽環流減弱，導致全球平均氣溫下降約 2 至 3°C，部分地區氣溫更驟降 20°C，史稱「新仙女木事件(Younger Dryas Event)」。

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

亦有其他原因導致全球氣候變化。其中最著名的是白堊紀(Cretaceous)末，因為大型隕石、大型火山爆發或其他原因，導致大量灰塵混入大氣層，阻礙陽光，導致全球變冷，恐龍及大量其他生物絕種，史稱「白堊紀—第三紀滅絕事件」。

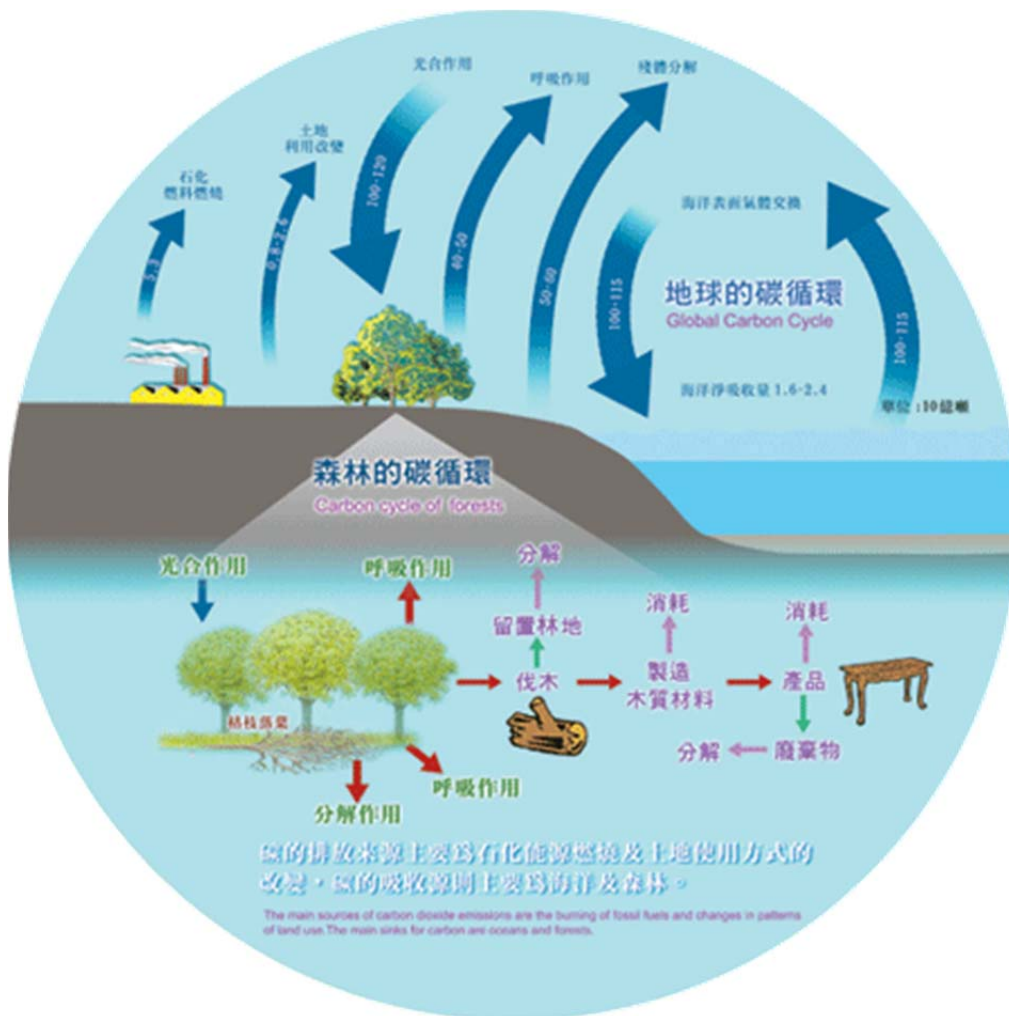
科學家認為人類現時身處的全新世(Holocene)是間冰期，對上一次大冰期，是 18,000 年前的更新世(Pleistocene)發生。

12.2 人為因素

除了自然因素，近二百年的全球氣候變化，科學家認為很可能是人為的。

12.2.1 碳循環

地球的碳元素可由環境進入生物體內，再釋回環境中，此一過程稱為碳循環(carbon cycle)。環境中能夠為生物利用的碳，主要指大氣中的二氧化碳。大氣二氧化碳可因植物的光合作用而固定於植物體內，形成有機碳，再由食物鏈傳遞進入動物體內，同時海洋亦能貯存大量的二氧化碳。生物體內的碳可藉由呼吸作用及分解者之分解再形成二氧化碳，回歸於大氣，形成碳的循環。人類活動如石化燃料的燃燒、砍伐森林，造成二氧化碳排放量增加，同時造成二氧化碳固定量明顯減少，對碳循環產生巨大的影響。

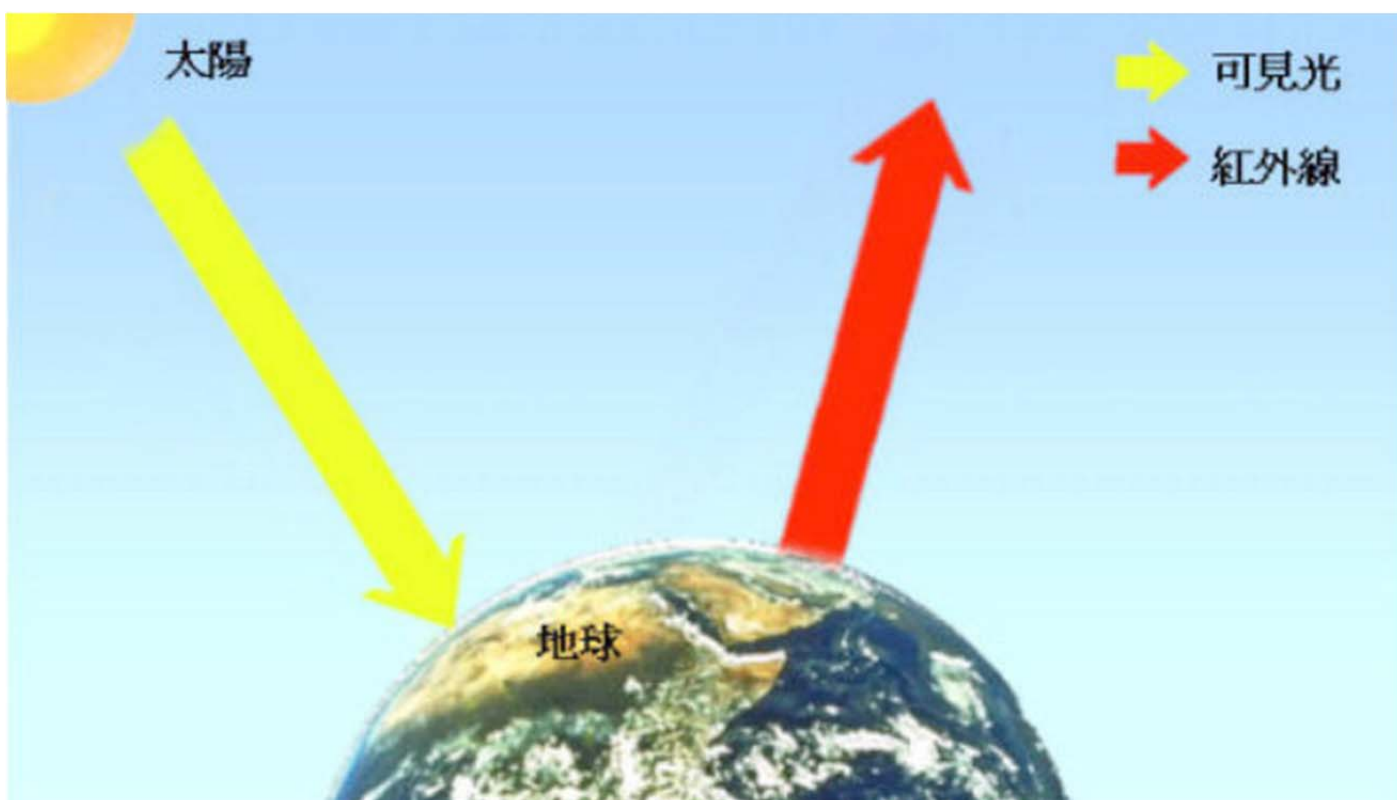


12.2.2 溫室效應

假若沒有大氣層，地球表面的平均溫度不會是現在的約 14.5°C ，而是十分低的 -18°C 左右。這溫度上的差別是由溫室氣體(greenhouse gases)所引致。

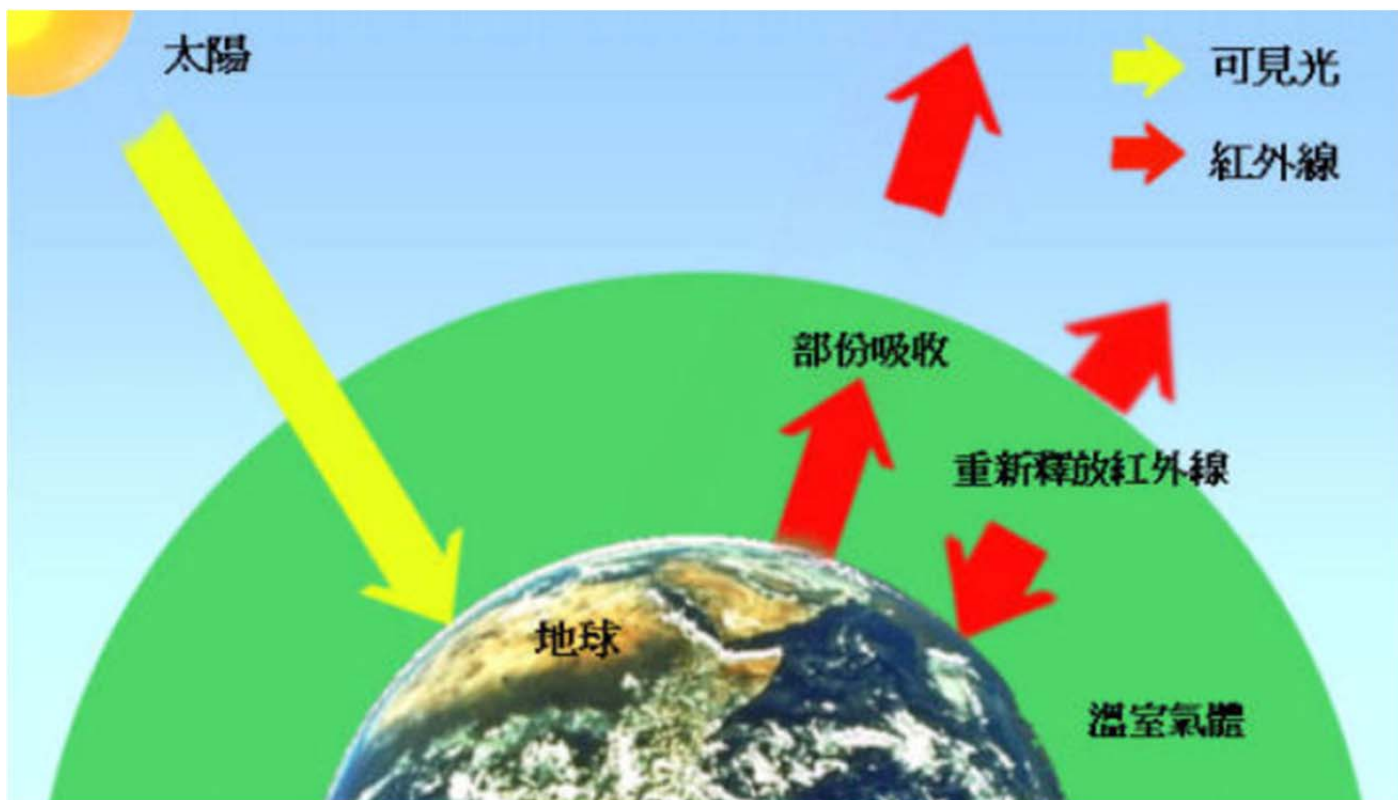
地球表面的熱量主要來自太陽，太陽輻射抵達地球後，令地球受熱。太陽表面的溫度約 6000°C ，但地球表面的溫度只約 14.5°C 。雖然兩者溫差很大，但如太陽一樣，地球其實也會釋放輻射。但由於地球表面溫度較低，發出的輻射波段較長(紅外線)，肉眼看不見，但仍可以將熱量散射回太空，令地球冷卻。

如果地球受熱和冷卻的程度相約，地球的長期平均溫度就會保持大致不變。



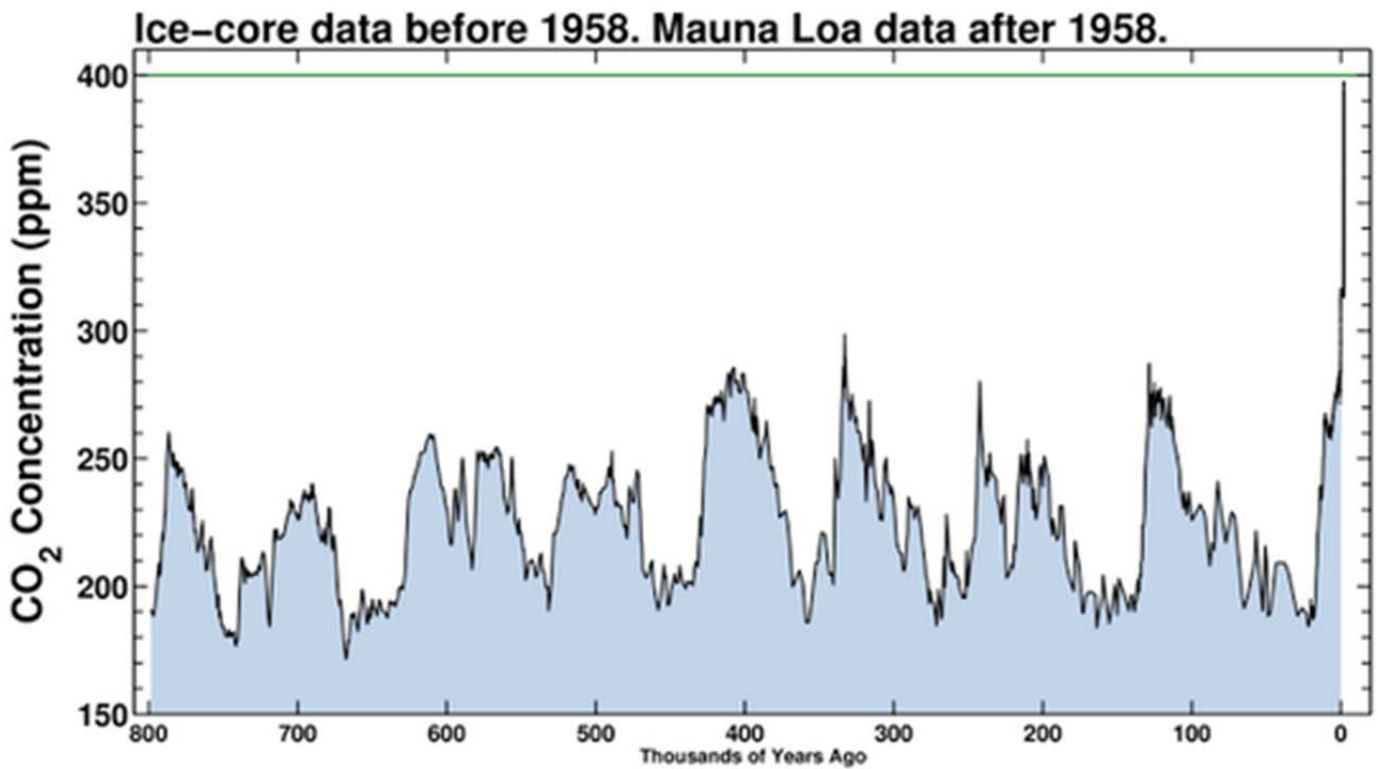
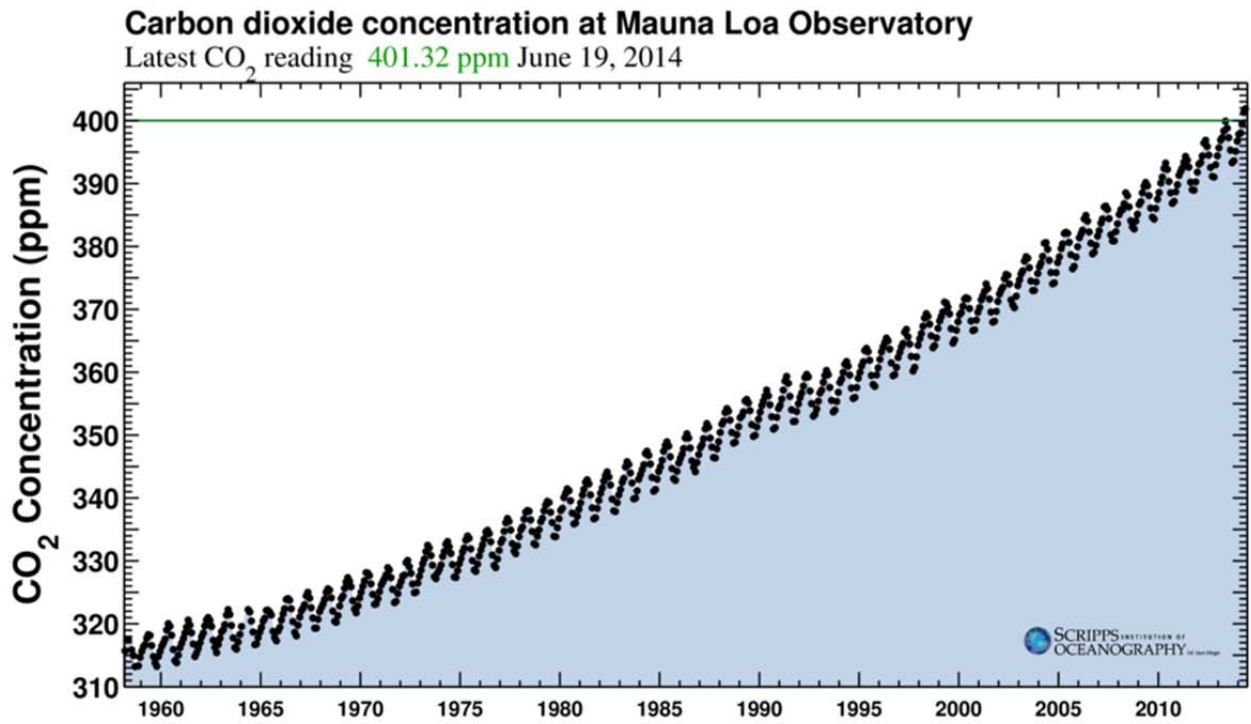
空氣中的溫室氣體例如二氧化碳會阻礙地球將熱量射回太空。溫室氣體會吸收部份地球釋放的紅外線，然後再釋放紅外線，將部份熱量射回太空，但亦有部份熱量射回地球，令熱能保持在地球，形成溫室效應，讓地球保持在平均溫度 14.5°C 。

因此，如果大氣中的溫室氣體增加，保留在地球的熱能會比以前多，令地球的氣溫上升，造成全球暖化。



工業革命以後，人類肆意燃燒化石燃料，將數十億年來儲藏於化石燃料中的碳釋放出來。燃燒化石燃料會放出的二氧化碳，是其中一種主要的溫室氣體。另外，其他溫室氣體還有各種氮氧化合物、二氧化硫、氯氟烴、甲烷等各類有機氣體，另外暖化會導致蒸發量增加，而水汽亦是一種溫室氣體。

科學家以二氧化碳濃度為其中一個人為氣候變化的指標。就在 2014 年，地球二氧化碳濃度突破 400ppm 里程碑，為全球氣候變化響起警號。地球上一次大氣二氧化碳濃度超越 400ppm 時，全球氣溫比現時高約 3°C，全球海平面比現時高 8 米至 40 米不等。

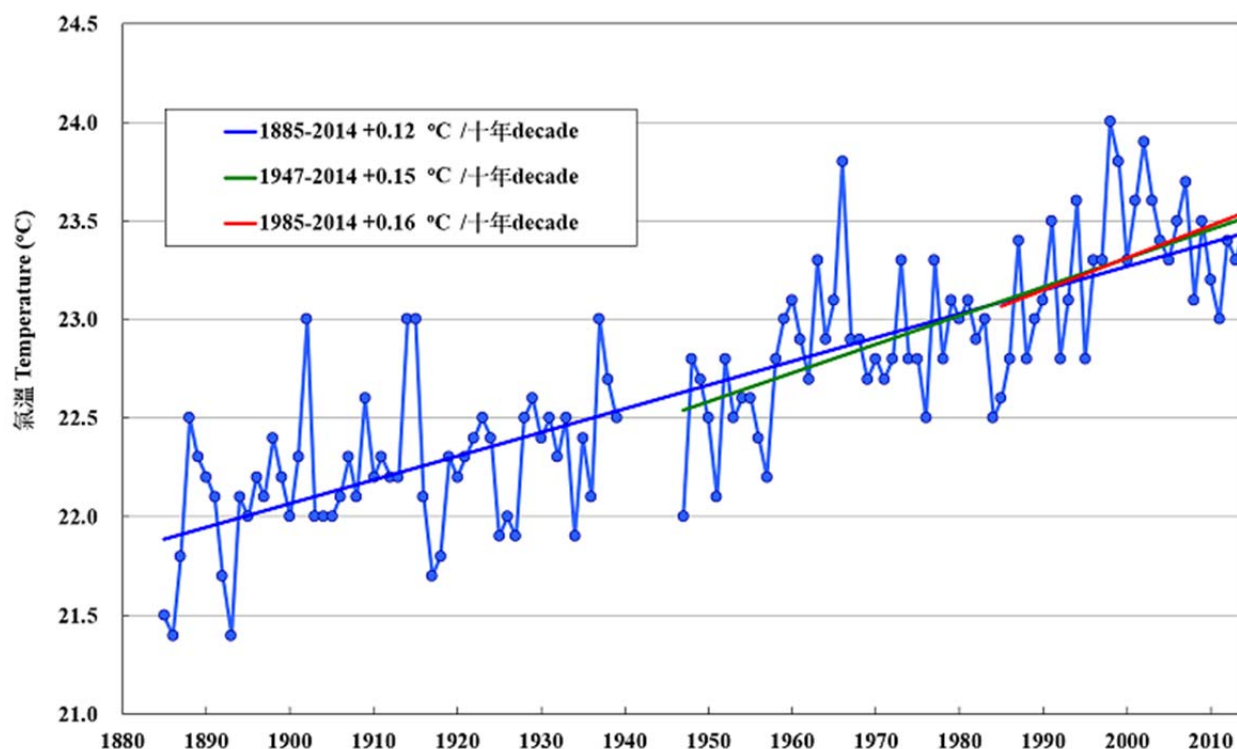


香港童軍總會 青少年活動 氣象組

12.3 全球暖化帶來的威脅

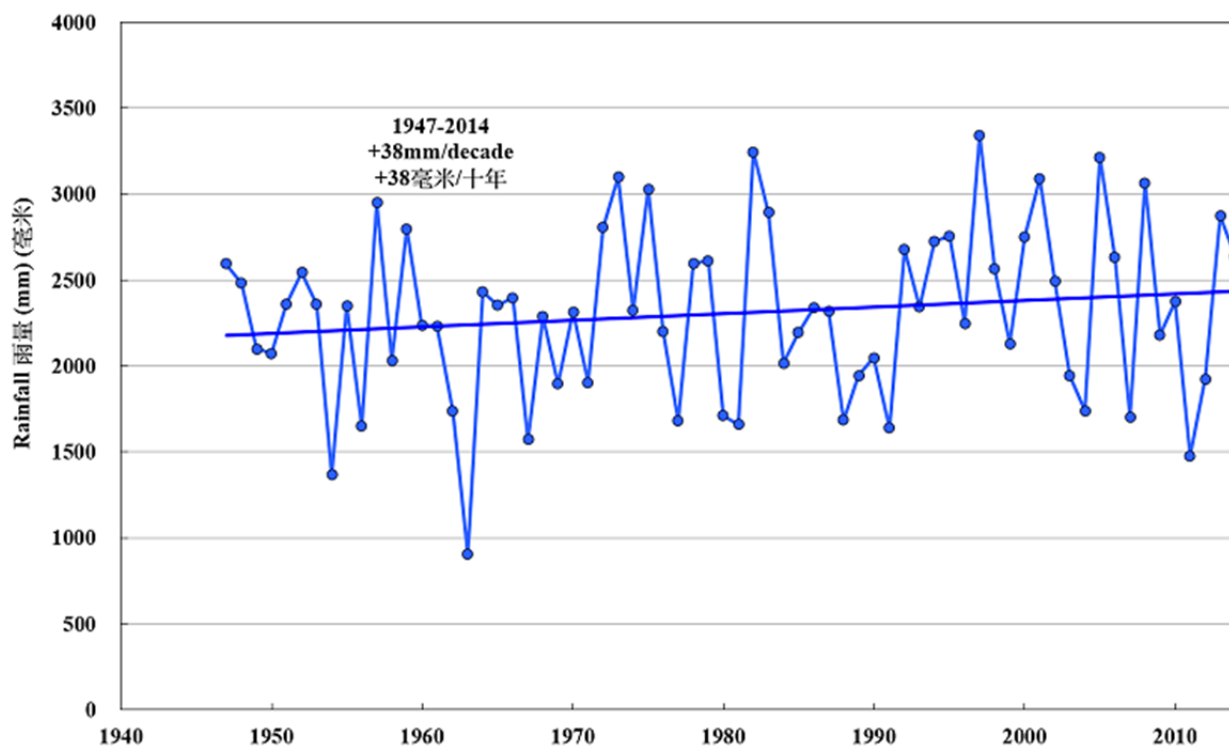
全球暖化除了令氣溫增加外，亦會導致很多難以彌補的影響。首先，冰川融化及水的熱膨脹會導致海平面上升，淹沒沿岸地區，旅遊勝地馬爾代夫更面臨滅國。局部地區面對更嚴重乾旱，相反，部分地區會面對更嚴重汛情。生境受到變化，生物的生物鐘被打亂，部分生物喪失家園，面臨絕種。

香港人無法獨善其身。香港將會面對更酷熱天氣。海平面上升導致低窪地區如大澳在暴雨時，更常被淹沒；暴雨日數、酷熱日數、熱夜、極端天氣日數及次數增加。

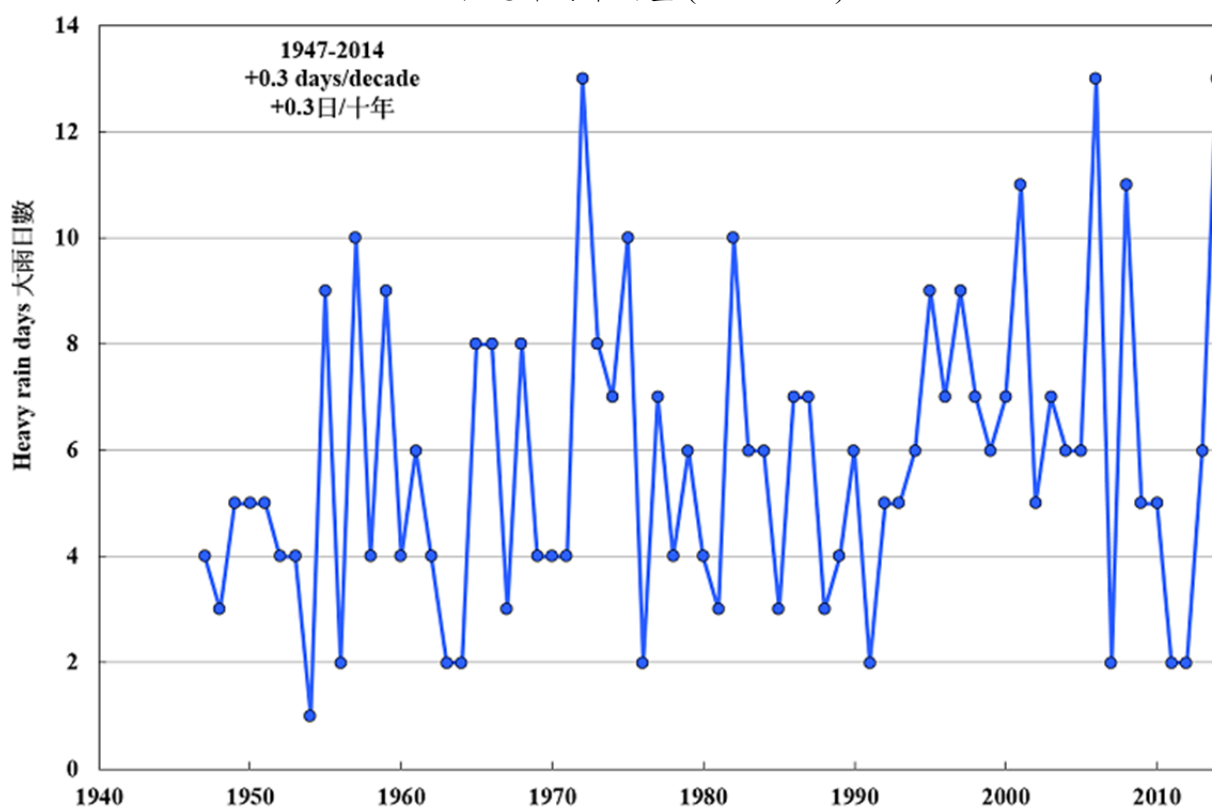


香港天文台總部錄得的年平均氣溫(1885-2014)。1940至1946年間沒有數據

香港童軍總會 青少年活動 氣象組

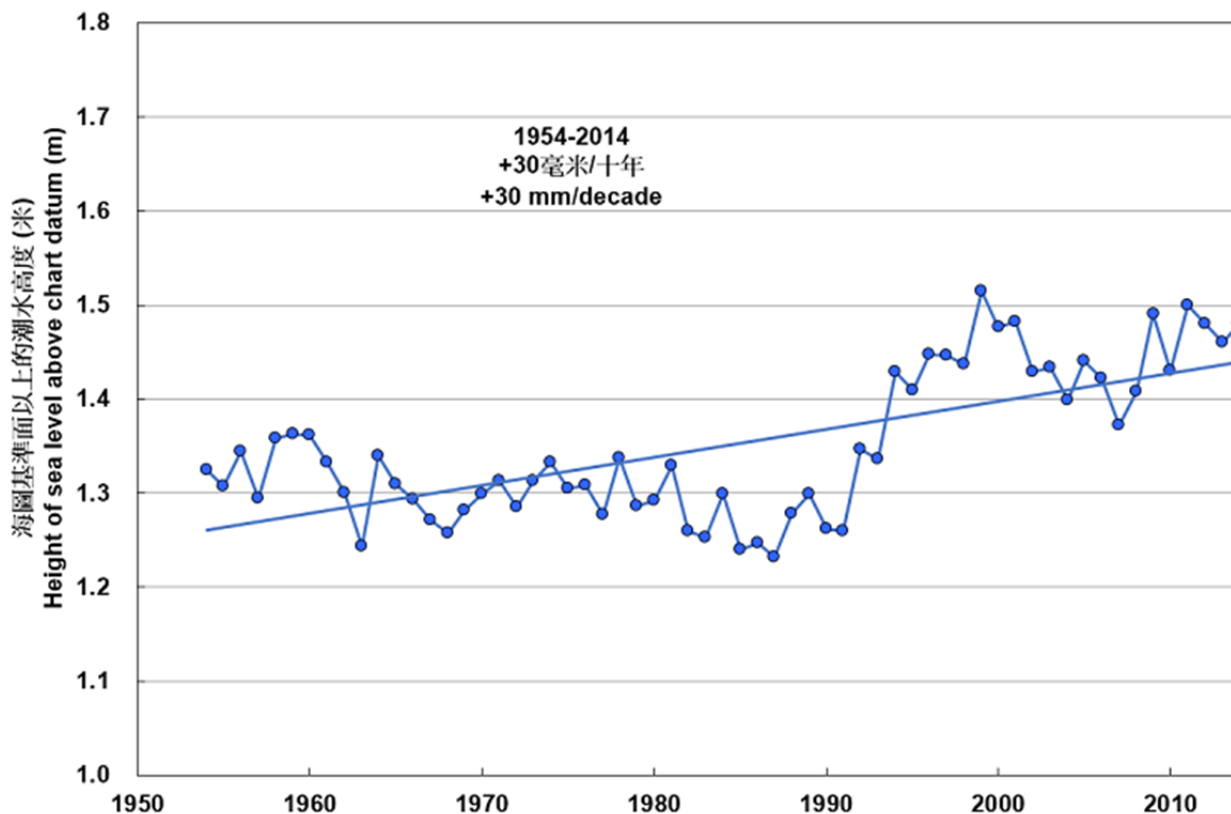


天文台總部的年雨量 (1947-2014)

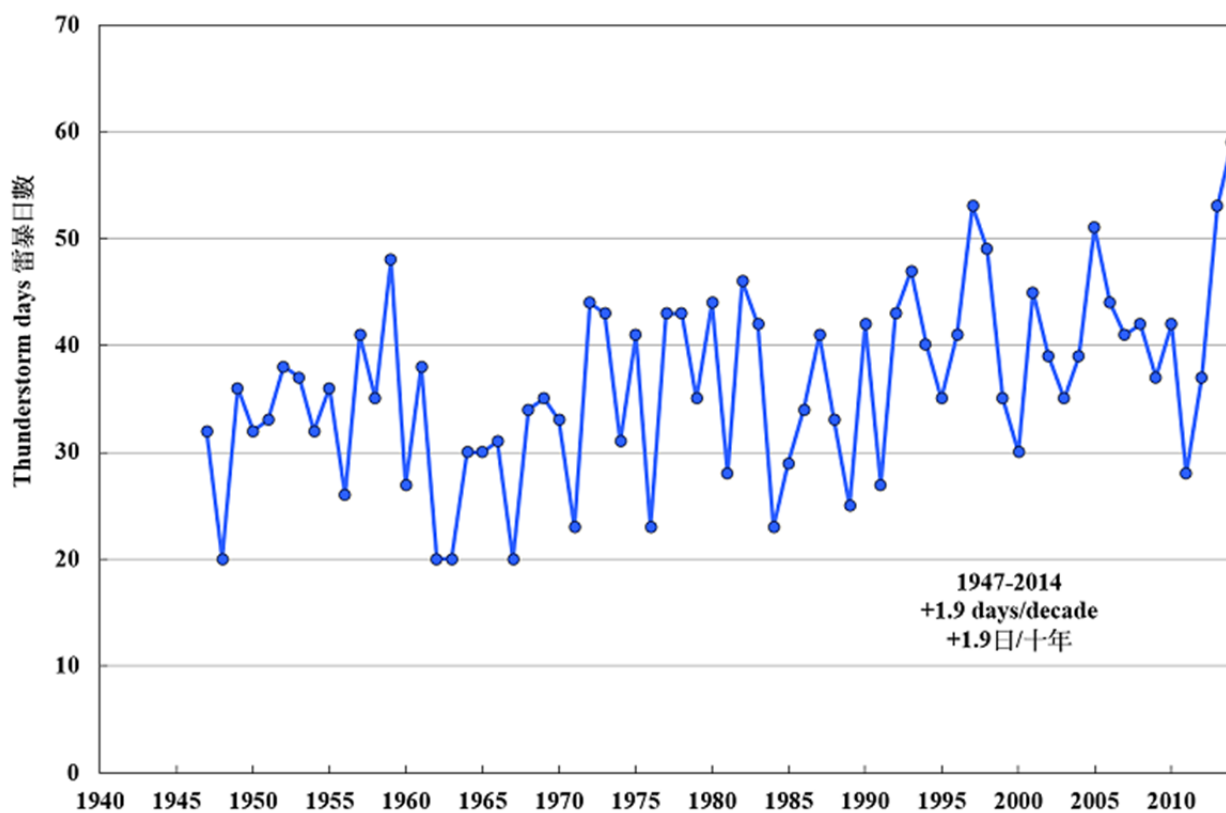


香港天文台總部在 1947 至 2014 年期間錄得的每年大雨日數(一小時雨量超過 30 毫米)

香港童軍總會 青少年活動 氣象組



維多利亞港年平均海平面高度(1954-2014)



香港天文台總部觀測員在 1947 至 2014 年間記錄的每年雷暴日數