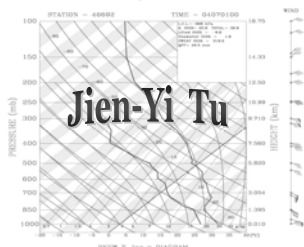


# 中國文化大學 大氣科學系

## 斜溫圖基本教材



11/19/2004 @ Chinese Culture University

## Outline

- ➡ 斜溫圖簡介
- ➡ 怎麼畫斜溫圖
- ➡ 如何求取大氣物理參數
- ➡ 逆溫層現象
- ➡ 大氣穩定度

### 探空熱力圖的種類

探空熱力圖種類繁多，主要有下面幾種

- 能量圖 (Emagram) ( $-\ln p - T$ )
- 溫熵圖 (Tephigram) ( $\ln \theta - T$ )
- Refsdal圖 ( $-T \ln p - \ln T$ )
- 司徒夫圖 (Stüve Diagram, 又稱為假絕熱圖 (The Pseudo Adiabatic Diagram)) ( $-P^{kd} - T$ )
- 斜溫氣壓對數圖 (SkewT-LogP, 簡稱斜溫圖)

### 使用斜溫圖的目的

使用探空熱力圖最主要目的在於利用探空資料所繪製之曲線，來決定大氣中未能直接量測之氣象因子（如混合比、位溫、舉升凝結高度、對流可用位能.....等等），藉以瞭解大氣的垂直分布狀態及穩定度情形，作為輔助天氣預報之用。在眾多熱力圖中，又以斜溫圖 (SkewT-LogP) 最為氣象學界所採用。

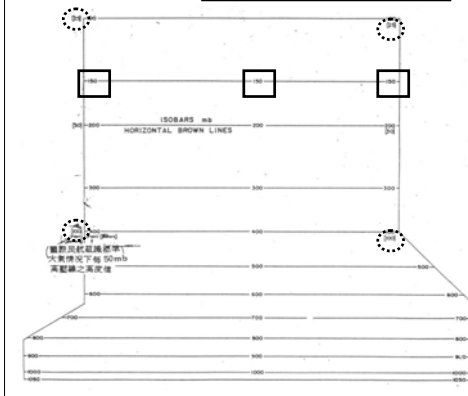
### 斜溫圖的優勢

1. 重要的等值線均為直線。  
(如等溫線、等壓線、飽和混合比線.....等)
2. 等壓線為直線，便於氣壓層高度的估計。
3. 等溫線傾斜45度並與絕熱線有明顯交角，讓垂直溫度梯度之變化較敏感，對於分析綜觀尺度天氣系統 (例：鋒面和氣團) 有極大之幫助，也利於穩定度之推估。
4. 圖上之面積可代表能量。
5. 熱力線 (例如：乾、濕絕熱線) 等於氣塊位移時之座標，對於分析較為有利。

## 怎麼看斜溫圖？

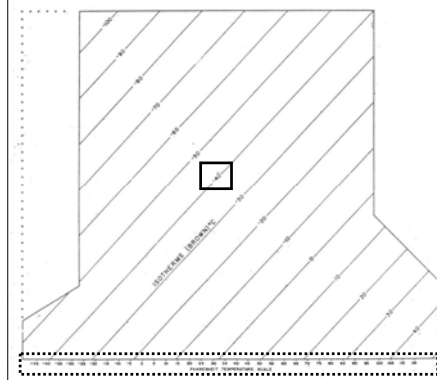
## 線條意義如何？

## 等壓線



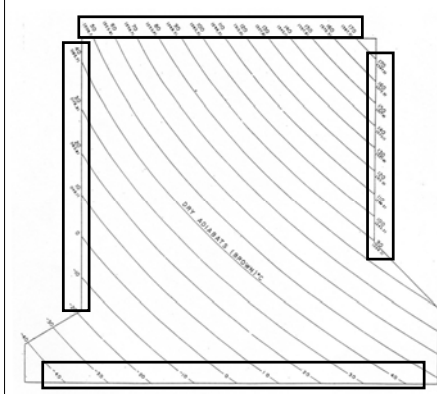
- (1) 水平之棕色實線。
- (2) 範圍從1050 hPa到100 hPa，每10 hPa畫一條直線，每50 hPa標示出氣壓值（寫於等壓線的中間以及左右兩側），間距大小由氣壓之對數值來決定。
- (3) 從400到100 hPa之間，也可兼作100至25 hPa之等氣壓面使用，氣壓值大小加上掛號。
- (4) 左側氣壓值底下，有標準大氣之氣壓值所相對應之高度，小括號為英尺，中括號為公尺。

## 等溫線



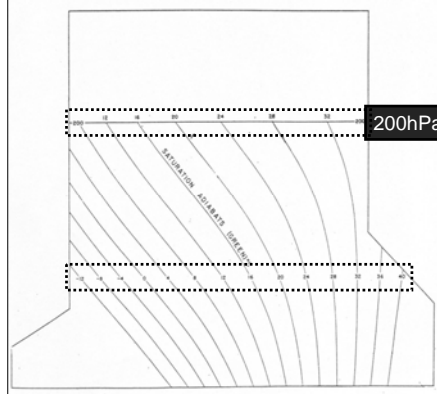
- (1) 由左下方往右上方延伸之棕色實直線。
- (2) 等溫線之間隔均等，每1度畫一條線，每5度標上溫度刻度，每10度之底色改用綠色標示。
- (3) 最底下有相對應之華氏溫度（黑色小字）。

## 乾絕熱線



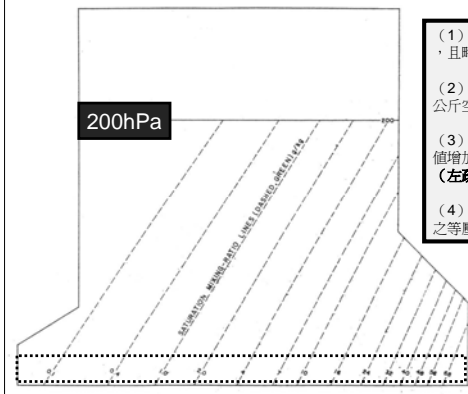
- (1) 由右下方斜向左上方之棕色實直線。
- (2) 乾絕熱線為未達飽和階段之空氣塊上升或下降時所依循之移動路徑，也代表未達飽和之空氣塊溫度變化率，沿乾絕熱線上升或下降的過程中，不會與環境大氣進行熱量的交換。
- (3) 乾絕熱線以攝氏為其單位，每兩度畫一條線，每十度將數值大小標示出，位置則位於1000hPa至1050hPa之間以及斜溫圖之上、左、右三側邊。括號內之數字為100至25hPa之乾絕熱線大小，間距隨乾絕熱數值增加而縮小。

## 濕（飽和）絕熱線



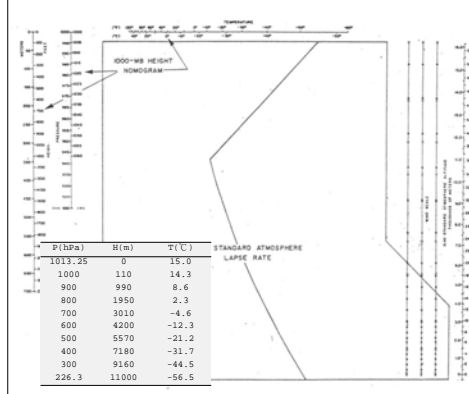
- (1) 由右下方斜向左上方，且略呈向上彎曲之綠色實線。
- (2) 濕絕熱線為飽和空氣塊上升或下降時所依循之移動路徑，也代表飽和空氣塊之溫度變化率。空氣塊上升達到飽和後會釋放出潛熱，並與環境大氣進行熱量交換。（於此假定所有的潛熱釋放均為液態水所造成，不包含固態水或冰晶）
- (3) 濕絕熱線以攝氏為其單位，每兩度畫一條線，並將數值大小標示出，標示位置則位於500hPa至550hPa之間以及200hPa處。
- (4) 線條僅延伸至200hPa。
- (5) 低溫度、低氣壓、低溫度情況下，濕絕熱線與乾絕熱線趨於平行。

## 飽和混合比



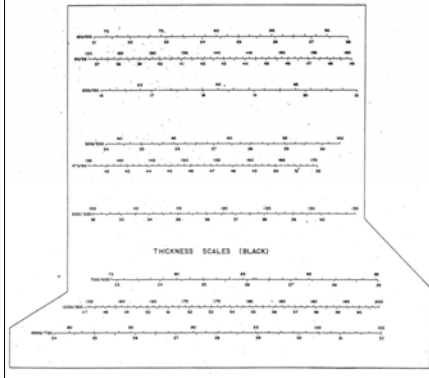
- (1) 由左下方斜向右上方，且略呈彎曲之綠色虛線。
- (2) 單位為g/Kg，表示每公斤空氣中所含水氣量。
- (3) 間距隨飽和混合比數值增加而縮小。（左疏右密）
- (4) 線條僅延伸至200hPa之等壓面。

## 標準大氣



- (1) 純乾空氣組成之大氣且其垂直向之化學成份固定，平均分子量  $M=28.9644$
- (2) 理想氣體之行爲
- (3) 海平面重力加速度為  $g_0=9.80665 \text{ (m/s}^2\text{)}$
- (4) 垂直向為靜力平衡
- (5) 海平面溫度為  $T_0=15^\circ\text{C}=288.15\text{K}$
- (6) 海平面氣壓為  $P_0=1013.25\text{hPa=1atm}$
- (7) 當高度H低於11000m，溫度遞減率為常數，且其大小為
- (8) 當高度介於11000(m)和20000(m)之間時，溫度為常數且其值為  $T=-56.5^\circ\text{C}$ ，當高度介於20000(m)和32000(m)之間時，溫度遞減率為  $\beta=-1.0^\circ\text{C/Km}$
- (9) 右側有相對應之標準大氣高度值，刻度單位有千公尺 (thousand of meter)，以及千英尺 (thousand of feet) 兩種。
- (10) 於斜溫圖中用棕色粗線代表。（位於圖的中間）

## 厚度標尺



- (1) 黑色水平直線。
- (2) 位於兩標準等壓面中間，氣壓之上下限標於左端。
- (3) 共有十條：1000/700、1000/500、700/500、500/300、300/200、200/150、150/100、100/70、70/50、50/30。
- (4) 標尺上側以百英尺為單位，每500公尺標示出數值大小。下側則以百公尺為單位，每100公尺標示出數值大小。

## 風標尺



- (1) 標示「WIND SCALE」之處（圖之右邊），用於填寫高空風資料，共有三條。（由右至左）
- (2) 實心黑點通常表示具有高空風報告之高度，空心點則為特定氣壓層之風場資料。

## 怎麼將探空資料填入斜溫圖中

1. 一般高空觀測一天僅兩次（00Z、12Z），若遇特殊或劇烈天氣（如颱風）時則可增加至四次（00Z、06Z、12Z、18Z），如此可讓預報人員掌握高空大氣的變化。
2. 若於同一張圖上填入兩次探空資料，則第一次之探空資料以藍色填入，第二次則用紅色。
3. 斜溫圖中主要填入所觀測到之各層自由大氣溫度以及露點溫度。位置則依溫度、露點所在氣壓層決定，並將資料標示於該等壓面上之相對位置。
4. 所填入之自由大氣溫度與露點溫度均以小圓點表示，以方便作各層之連結。
5. 探空曲線表現方式有兩種，一為採用不同形式之線條（如：自由大氣溫度曲線通常採用實線，露點溫度曲線則用虛線）。另一種方式則用顏色區隔（如：自由大氣溫度曲線通常採用藍色線條，露點溫度曲線則用紅色線條）。
6. 遇到資料缺漏時，曲線於該缺漏層之下限終止，而於該層之上限開始，並於缺漏層之中間填上「misdat」。
7. 將所觀測之風場資料填於右側相對應探空曲線位置之垂直線小圓圈上。填寫順序由右至左。
8. 填完圖後應填寫圖說，包括測站代號、測站名稱、日期時間等等。

## 怎麼由斜溫圖求取大氣物理參數

## 濕度變數

- ◎ 比濕（*Specific Humidity*，代表符號： $q$ ）
- ◎ 混合比（*Mixing Ratio*，代表符號： $W$ ）
- ◎ 飽和混合比（*Saturation Mixing Ratio*，代表符號： $W_s$ ）
- ◎ 相對濕度（*Relation Humidity*，簡稱： $RH$ ）
- ◎ 飽和水氣壓（*Saturation Vapor Pressure*，代表符號： $e_s$ ）
- ◎ 水氣壓（*Vapor Pressure*，代表符號： $e$ ）

### ◎ 比濕（*Specific Humidity*，代表符號： $q$ ）

【定義】朝濕空氣中，所含水氣質量與潮濕空氣總質量（實際大氣）之比值。

$$\text{即 } q = M_v / (M_v + M_d), \text{ 單位為 } g/Kg \text{ 或 } Kg/Kg$$

【註】斜溫圖中無法直接求出比濕，需透過數學式計算，然該物理量於氣象研究上非常重要。

### ◎ 混合比 (*Mixing Ratio*，代表符號： $W$ )

【意義】潮濕未飽和之空氣中所含水氣質量 ( $m_v$ ) 與乾空氣質量 ( $m_d$ ) 之比值，即  $W = M_v / M_d$ 。單位為 g/kg 或 Kg/Kg。為露點與氣壓的函數。

【求法】先找出氣壓 ( $P$ ) 與露點 ( $T_d$ ) 之交點，再內插交點處之飽和混合比線 (綠虛線)，所得之值即為當時環境大氣之混合比。

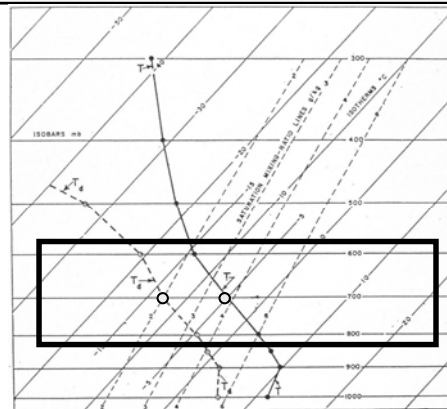
### ◎ 飽和混合比 (*Saturation Mixing Ratio*，代表符號： $W_s$ )

【意義】飽和空氣中所含水氣質量 ( $m_v$ ) 與乾空氣質量 ( $m_d$ ) 之比值。單位為：g/kg 或 Kg/Kg。為溫度與氣壓的函數

【求法】斜溫圖中的綠色虛線 (由左下斜向右上) 就是飽和混合比線。要找出某一氣壓層之飽和混合比，首先要找到氣壓 ( $P$ ) 與自由大氣溫度 ( $T$ ) 之交點，再內差交點處之飽和混合比線值，所得到的值即為當時環境大氣之飽和混合比。

【範例】假設在 700hPa 等壓面上露點溫度為零下 13 度，則混合比為 2.0 (g/Kg)

【範例】假設在 700hPa 等壓面上大氣溫度為零下 5 度，則飽和混合比為 3.8 (g/Kg)



### ◎ 相對濕度 (*Relative Humidity*，簡稱： $RH$ )

【意義】為定量空氣中實際所含之水氣量與該定量空氣在相同溫度下若達到飽和時應含水氣量之比值，透過該因子可了解到實際環境大氣距離飽和的程度。

【求法一】將所求得之混合比與飽和混合比相除再乘上 100% 即為相對濕度值。

【求法二】(1) 由氣壓 ( $P$ ) 與露點 ( $T_d$ ) 之交點沿飽和混合比線上升或下降至 1000hPa，先將兩者之交點稱為 A，並從 A 點沿等溫線繪一平行線。  
(2) 再由氣壓 ( $P$ ) 與溫度 ( $T$ ) 之交點沿飽和混合比線上升並與 (1) 所繪之直線相交得一氣壓值，將此氣壓值除 10 所得之值即為相對濕度。

【範例】假設在 700hPa 等壓面上大氣溫度為零下 5 度，露點溫度為零下 13 度，則相對濕度為  $(2.0/3.8) \times 100\% = 53\%$

### ◎ 水汽壓 (*Vapor Pressure*)

【意義】未飽和空氣塊中所含之水氣在大氣總壓力中所佔的比重大小。用於瞭解未飽和空氣塊中的水氣所產生的壓力大小，為氣壓與混合比之函數，單位為 hPa。

【求法】由氣壓 ( $P$ ) 與露點 ( $T_d$ ) 之交點沿等溫線向上或向下至與 622 hPa 之等壓面相交，此交點所具有之飽和混合比即為當時環境大氣所具有之水汽壓。

【註】乾、濕空氣之氣體常數為 0.622

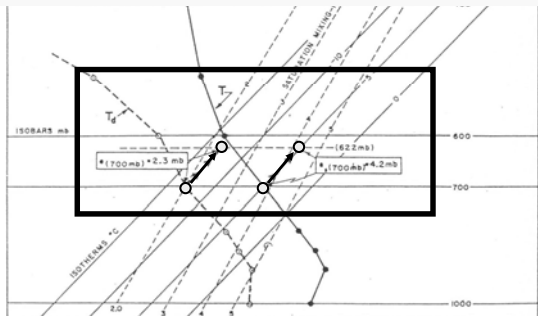
### ◎ 飽和水汽壓 (*Saturation Vapor Pressure*)

【意義】飽和空氣塊中所含之水氣在大氣總壓力中所佔的比重大小。用於瞭解飽和空氣塊中的水氣所產生的壓力大小，單位為 hPa。

【求法】由氣壓 ( $P$ ) 與溫度 ( $T$ ) 之交點沿等溫線向上或向下至與 622hPa 之等壓面相交，此交點所具有之飽和混合比即為當時環境大氣所具有之飽和水汽壓。

【範例】假設在 700hPa 等壓面上露點溫度為零下 13 度則水汽壓為 2.3(hPa)

【範例】假設在 700hPa 等壓面上大氣溫度為零下 05 度則飽和水汽壓為 4.2(hPa)



## 溫度變數

◎ 露點溫度 (dew point，代表符號： $T_d$ )

◎ 位溫 (*Potential Temperature*，代表符號： $\theta$ )

◎ 濕球溫度 (*Wet-bulb Temperature*，代表符號： $T_w$ )

◎ 濕球位溫 (*Wet-bulb Potential Temperature*，代表符號： $\theta_w$ )

◎ 相當溫度 (*Equivalent Temperature*，代表符號： $T_E$ )

◎ 相當位溫 (*Equivalent Potential Temperature*，代表符號： $\theta_E$ )

◎ 虛溫 (代表符號： $T_v$ )

◎ 對流溫度 (代表符號： $T_c$ )

### ◎ 露點溫度 (*dew point*, $T_d$ )

【定義】在“定壓下”溫度下降至飽和時所具有的溫度即為露點

【求法】若已知某等壓面上之溫度及飽和混合比值，則從該點沿著該等壓面至與飽和混合比線相交的溫度值即為露點溫度。

【註】探空觀測可直接測出露點溫度。

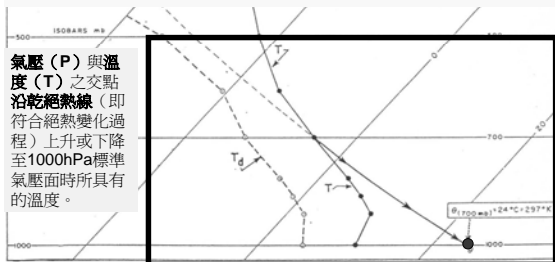
### ◎ 位溫 (*Potential Temperature*, $\theta$ )

【意義】在絕熱條件下，空氣塊所具有之位溫保守（即不隨空氣塊上升或下降而改變），因此我們可利用此參數來比較不同高度空氣塊之溫度高低，藉以判斷空氣塊所處環境大氣之穩定度狀態。

若  $\theta$  隨高度上升而上升，表示環境大氣是處於穩定狀態的，反之則表其處於不穩定狀態。

【求法】氣壓 (P) 與溫度 (T) 之交點沿乾絕熱線（即符合絕熱變化過程）上升或下降至1000hPa標準氣壓面時所具有的溫度即稱為位溫。單位：°K。

【範例】假設700hPa等壓面上大氣溫度為零下5度，則該層之位溫為297°K或24°C



氣壓 (P) 與溫度 (T) 之交點沿乾絕熱線（即符合絕熱變化過程）上升或下降至1000hPa標準氣壓面時所具有的溫度。

### ◎ 濕球溫度 (*Wet-bulb Temperature*, $T_w$ )

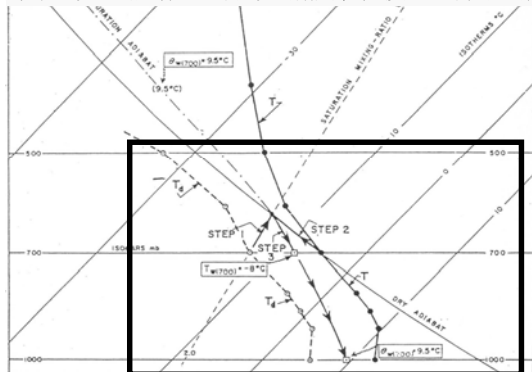
【意義】定量空氣在等壓過程中借水氣蒸發冷卻使空氣溫度降低並達飽和之溫度，即稱為濕球溫度（非實際大氣之溫度）。目前氣象上常透過濕球溫度與實際量測之大氣溫度（即乾球溫度）差作比較，藉以瞭解環境大氣之濕度大小。

【求法】由LCL沿濕絕熱線上升或下降至原等壓面所具有之溫度。也就是將空氣沿乾絕熱線上升達飽和高度，然後循著濕絕熱線下降至原高度所具有之溫度。

### ◎ 濕球位溫 (*Wet-bulb Potential Temperature*, $\theta_w$ )

【求法】濕球溫度 ( $T_w$ ) 沿著濕絕熱線上升或下降至1000hPa標準氣壓面時所具有之溫度。

【範例】假設700hPa等壓面上大氣溫度為攝氏零下5度，露點溫度為零下13度，則該層之濕球溫度為攝氏零下8度，濕球位溫為攝氏9.5度



由LCL沿濕絕熱線上升或下降至原等壓面所具有之溫度。也就是將空氣沿乾絕熱線上升達飽和高度，然後循著濕絕熱線下降至原高度所具有之溫度。

### ◎ 相當溫度 (*Equivalent Temperature*, $T_E$ )

【意義】當一空氣塊沿乾絕熱線上升到達飽和，並沿濕絕熱線上升到水氣完全凝結並攜出空氣塊，而後再沿乾絕熱線下降至原高度之溫度即稱為“相當溫度”。

【求法】由LCL沿濕絕熱線向上延伸直到與某一條乾絕熱線平行為止，然後再向下沿乾絕熱線回到原氣壓層，此時之溫度即稱為相當溫度。

### ◎ 相當位溫 (*Equivalent Potential Temperature*, $\theta_E$ )

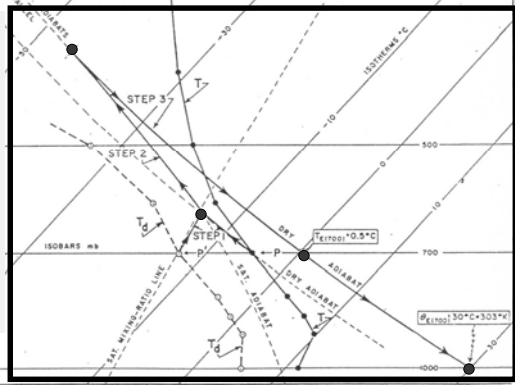
【定義】假設空氣塊中所含之水氣均凝結變成液態水，凝結之水滴全部離開空氣塊且不帶走能量，並將凝結所釋放出之能量（潛熱）均用以加熱空氣塊，此時空氣塊所具有之位溫就稱為相當位溫 ( $\theta_E$ )。

【求法】由相當溫度沿乾絕熱線上升或下降至1000hPa所具有之溫度。

【求法】一空氣塊沿乾絕熱線上升至舉升凝結高度 (LCL)，再沿濕絕熱線上升，使所含水氣全部凝結釋出(乾絕熱線和濕絕熱線平行之高度)，再沿乾絕熱線下降至1000 hPa，此時溫度就稱為相當位溫。

【範例】假設700hPa等壓面上大氣溫度為攝氏零下5度，露點溫度為零下13度，則該層之相當溫度為攝氏0.5度，相當位溫為30度（或絕對溫度303度）

【求法】由LCL沿濕絕熱線向上延伸直到與某一條乾絕熱線平行為止，然後再向下沿乾絕熱線回到原氣壓層，此時之溫度即稱為相當溫度。

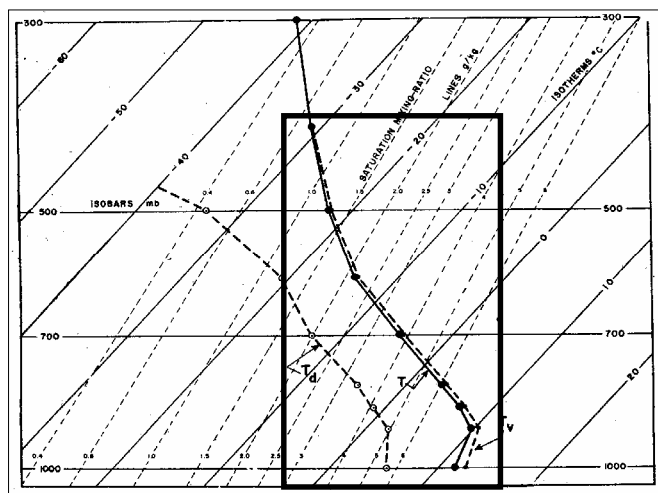


## ◎ 虛溫（代表符號： $T_v$ ）

【定義】在等壓條件下，當乾空氣具濕空氣密度時的溫度即稱為虛溫，由此可知其代表乾空氣的溫度。

【目的】定義虛溫的用意在於，濕空氣之分子量會隨環境水氣量改變而改變，使氣體常數(R)成為變數，而較難正確計算出來。為使計算方便，所以利用乾空氣之氣體常數來計算，因此定義虛溫來代替濕空氣之溫度，如此就不用考慮變動的氣體常數了，亦即可以處理掉複雜的水氣效應，由此可知，虛溫為水氣的函數。因為實際觀測環境大氣所得之溫度為濕空氣之溫度，而所使用之氣體常數為乾空氣之氣體常數(R)，所以實際上狀態方程 ( $P = \rho R T$ ) (其中 $R=R^*/m_d$ ) 並不成立（因為其使用乾空氣之氣體常數(R)，而溫度卻用濕空氣的），所以為使其成立需使用虛溫（即乾空氣之溫度），如此才可使R與T均為乾空氣之值。由於虛溫與實際觀測之溫度誤差不算大（仍在允許的誤差範圍內），因此目前大多數的人仍直接利用實際觀測之溫度來代替虛溫。

【求法】 $T_v = T + W/6$ 。其中T為實際大氣之溫度，W為飽和混合比值。表示虛溫與實際溫度之差距，等於露點溫度所在之飽和混合比數值的六分之一。



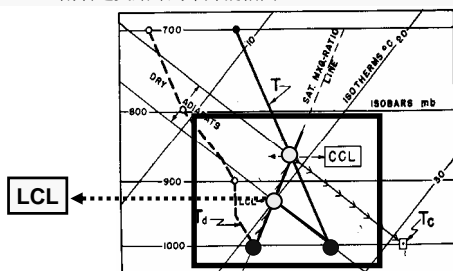
## 凝 結 高 度

- ◎ 舉升凝結面（*Lifting Condensation Level*，簡稱：LCL）
- ◎ 對流凝結面（*Convective Condensation Level*，簡稱CCL）
- ◎ 自由對流面（*Level of Free Convection*，簡稱：LFC）
- ◎ 混合凝結層（*Mixing Condensation Level*，簡稱：MCL）
- ◎ 平衡面（簡稱：EL）
- ◎ 正面積(正能區)（*Positive Area*，簡稱：PA）
- ◎ 負面積(負能區)（*Negative Area*，簡稱：NA）

## ◎ 舉升凝結面（*Lifting Condensation Level*，簡稱：LCL）

【意義】此凝結面為當空氣塊自地面受外力舉升並沿乾絕熱線上升而開始產生凝結的高度，因此可知其為動力作用所導致之凝結面。一般而言，此凝結面為層狀雲之雲底高度所在位置。

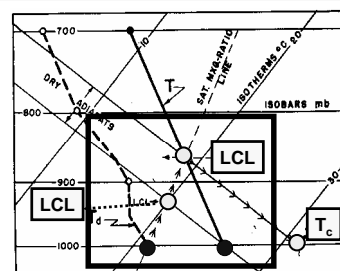
【求法】（1）由氣壓（P）與露點（Td）之交點沿飽和混合比線上升。  
（2）由氣壓（P）與溫度（T）之交點沿乾絕熱線上升。  
兩者之交點即為舉升凝結面。



## ◎ 對流凝結面（*Convective Condensation Level*，簡稱CCL）

【意義】當地球表面受太陽輻射加熱作用，而使空氣塊產生上升運動，並造成凝結之高度即稱之為『對流凝結面』，因此可知其為熱力作用所導致之凝結面。一般而言，此凝結面為積狀雲之雲底所在高度。

【求法】由Td與1000hPa之交點沿飽和混合比線上升或下降至與探空溫度曲線相交所在之高度即稱為CCL。



## ◎ 對流溫度（ $T_c$ ）

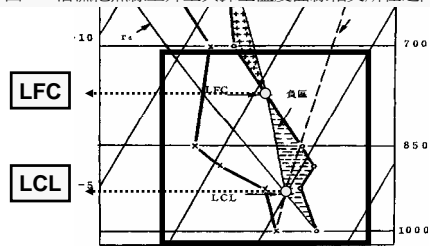
【定義】當地球表面受太陽輻射加熱作用後開始形成對流時之地面溫度，我們即稱為「對流溫度」。

【求法】由CCL沿乾絕熱線向下至地面氣壓時所具有之溫度

### ◎ 自由對流面 (Level of Free Convection, 簡稱：LFC)

【意義】當空氣塊經乾絕熱上升達飽和，而在隨後的飽和絕熱過程中當空氣塊變得比周圍環境空氣暖時之高度即稱為『自由對流高度』。此時由於空氣塊本身所具有之浮力較環境場大，因此空氣塊可自由上升而不需藉助外力，直到溫度較周圍環境溫度低時才停止。此對流面不一定每次都出現。

【求法】由LCL沿濕絕熱線上升至與探空溫度曲線相交所在之高度。



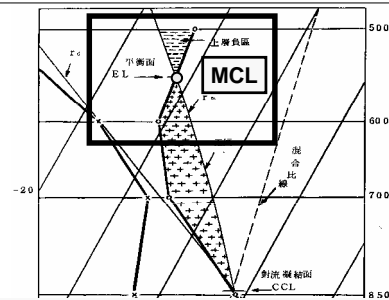
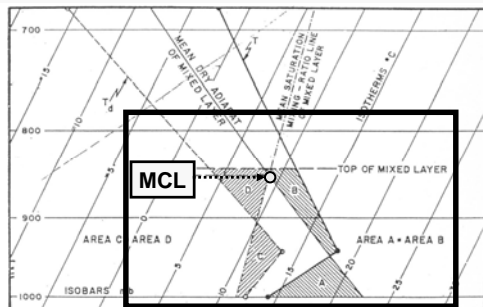
### 比較 CCL、LCL及LFC

- (1) CCL是由熱力作用所造成，而LCL則是由動力作用（外力）所導致，所以兩者之形成機制並不相同。
- (2) LCL只要有水氣就會存在，但LFC卻不盡然，LFC的出現主要取決於空氣塊水氣含量的多寡與環境大氣穩定與否。
- (3) CCL與LCL於探空圖中之求取方式不相同，因此正、負面積之求法亦不同。若為熱力作用所導致之上升，則需以CCL為其基準點來看正、負面積，若為外力作用所導致之上升運動，則需使用LCL為基準點。
- (4) 理論上CCL高度會高於LCL，然而當地面至雲底之溫度遞減率為乾絕熱時，兩者即合而為一。

### ◎ 混合凝結層 (Mixing Condensation Level, 簡稱：MCL)

【定義】若近地層有風擾動而使氣層完全混合，則當其發生飽和時之最低高度即稱為混合凝結層。

【求法】經過平均之後的飽和混合比線與平均乾絕熱線之交點即為混和凝結面。可利用面積法加以判斷。



### ◎ 平衡面 (簡稱：EL)

【定義】當一原本溫度較周圍環境高之浮升空氣塊其溫度再度與周圍環境溫度相等時之高度即稱為『平衡面』，此時若空氣塊繼續上升，則空氣塊之溫度便會低於環境大氣。在氣流過山中，此高度即可視為山前雲層之雲頂高度。

【求法】探空溫度曲線與對流凝結面之飽和絕熱線再相交點之位置即為平衡面之所在高度。

### ◎ 正面積 (正能區) (Positive Area, 簡稱：PA)

【定義】由於空氣塊於氣層內所沿升之絕熱線溫度均大於四周環境之溫度，因此空氣塊能自由上升，此時濕絕熱線與探空溫度曲線所夾之面積與空氣塊所釋放出來的動量總合成正比，此面積即稱之為『正能區』。正面積的大小代表著空氣塊在上升過程中所釋放出來的能量大小，也就表示大氣所潛藏之不穩定程度。

【求法】

#### 1. 因加熱作用所形成：(如：太陽輻射)

由對流凝結高度(C.C.L.)沿濕絕熱線上升至與溫度探空曲線相交為止，此溫度探空曲線與濕絕熱線所圍之區域即為因加熱作用所導致之正能區。

#### 2. 因舉升作用所形成：(如：地形、鋒面、輻合)

由自由舉升凝結面(L.F.C.)沿濕絕熱線上升至與溫度探空曲線相交，此溫度探空曲線與濕絕熱線所圍之區域即為因舉升作用所導致之正能區

### ◎ 負面積 (負能區) (Negative Area, 簡稱：NA)

【定義】當空氣塊於某氣層內所沿升之絕熱線溫度均小於其四周環境之溫度時，此空氣塊於該氣層內無論上升或下降均需仰賴外界環境能量的輸入才可運動，此時濕絕熱線與探空溫度曲線所圍之面積與空氣塊獲自四周環境之動量總合成正比，此面積即稱之為『負能區』。所以負面積的大小代表著外力需對上升空氣塊作功使其達到自由上升之作功量。因此，負面積愈大，表示環境大氣愈不易產生雲雨。

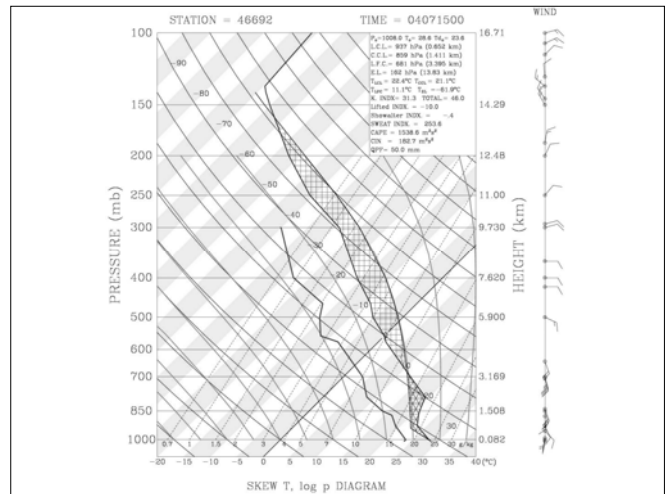
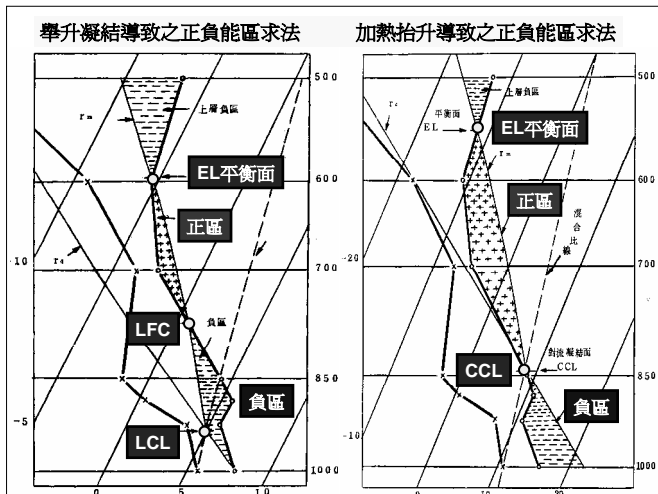
【求法】

#### 1. 因加熱作用所形成：

由對流凝結高度(LCL)沿乾絕熱線下降至地面為止，此溫度探空曲線與乾絕熱線所圍之區域即為因加熱作用所導致的負能區。

#### 2. 因舉升作用所形成：

由地面沿乾絕熱線上升至L.C.L.，再從L.C.L.沿濕絕熱線至與探空溫度曲線相交為止(此點即為舉升凝結面(L.F.C.))，此所圍成的區域即為因舉升作用所導致的負能區



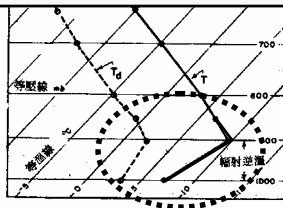
## 怎麼由斜溫圖探討逆溫層（現象）

## 逆溫層的類別

- 一、輻射逆溫 (Radiation Inversion)
- 二、沈降逆溫 (Subsidence Inversion)
- 三、鋒面逆溫 (Frontal Inversion)
- 四、混合逆溫 (Mixing Inversion)

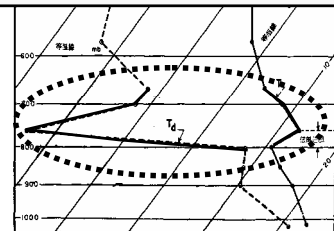
### 輻射逆溫 (Radiation Inversion)

於夜間或極區，由於近地面急速輻射冷卻所造成。一般常出現於清晨或夜晚，尤其是在白天為陰天、而晚上為晴天且當地面風速很小時特別容易發生，另外在高緯之內陸地區亦常見到；主要出現於近地層。逆溫層之厚度會受風速、雲量、地表狀況、氣團與地表溫度的影響。



### 沈降逆溫 (Subsidence Inversion)

因整層空氣自上層大氣下沉，在下沉過程中，透過絕熱增溫所導致的逆溫現象。一般而言，常與反氣旋相伴出現，尤其是具有強烈下沉作用之極地反氣旋氣團出現時更易產生。此種逆溫一般較常出現在中、上層大氣，而少見於低層大氣。當沈降逆溫出現時，一般具有下列幾項特點：相對濕度隨高度急速減少、混合比隨高度之遞減率變大。

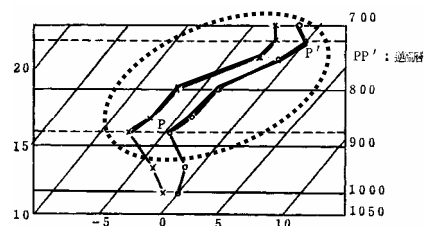




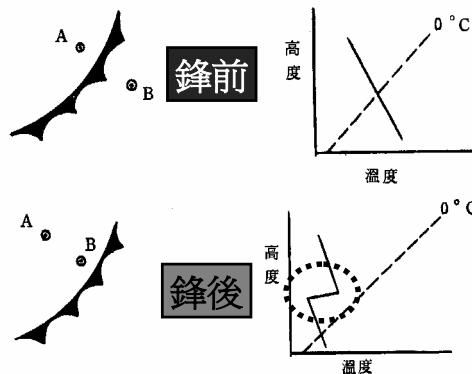
### 鋒面逆溫 (Frontal Inversion)

鋒面為冷、暖空氣交會之界面，由於暖空氣較冷空氣輕，因此當冷、暖空氣交會時，暖空氣會沿著冷空氣爬升，使暖空氣在上、冷空氣在下，而形成逆溫。

鋒面逆溫之特性為：相對濕度隨高度上升而上升、混合比隨高度增加而增加、風向顯著改變。一般而言，逆溫層頂即為鋒面所在位置。

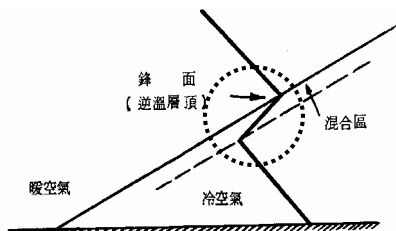


### 鋒前與鋒後之探空曲線分布情形

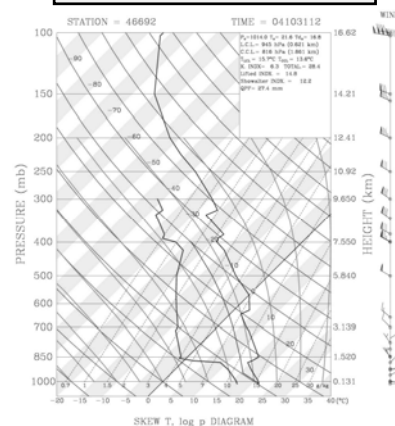


### 混合逆溫 (Mixing Inversion)

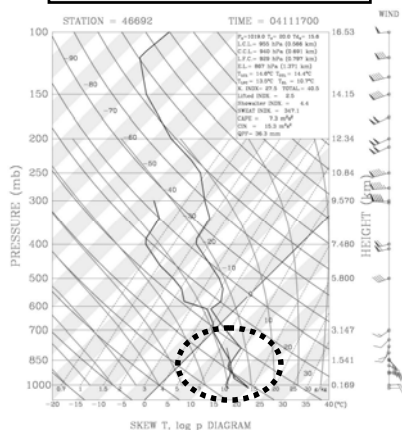
當底層大氣風速較大時，會使底層大氣產生混合，讓混合層之水氣含量均勻分布，造成相對濕度於底層減少、上層增加的現象。若水氣含量及混合層之厚度足夠到達混合凝結面，就會產生凝結的現象，使溫度遞減率接近濕絕熱線，同時產生層積雲，所產生之逆溫層則位於混合層之頂端。



### 【範例】此為何種類型之逆溫？



### 【範例】此為何種類型之逆溫？



### 怎麼由斜溫圖探討大氣穩定度

# 穩定度的類別

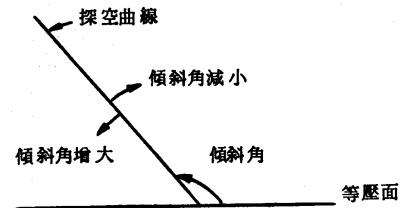
※ 絕對穩定

※ 絕對不穩定

※ 條件性不穩定

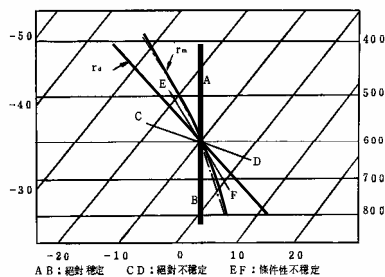
※ 中性平衡

在此我們所談論的穩定度問題，主要是探討空氣塊在環境大氣中的穩定情形，因此一般均利用氣塊法原理來處理空氣塊（假設空氣塊絕熱）。決定穩定度的方式為利用探空溫度曲線（代表環境大氣）（理論上應利用虛溫曲線較合理）與乾或濕絕熱曲線（代表空氣塊）之傾斜角加以比較判定。若空氣塊未飽和，則利用探空溫度曲線與乾絕熱線相比較；若空氣塊飽和，則與濕絕熱線相比較。於此所指的傾斜角為探空溫度曲線與等壓面之交角，因此可瞭解，若傾斜角愈小，則愈趨於穩定，若傾斜角愈大，則愈趨於不穩定。



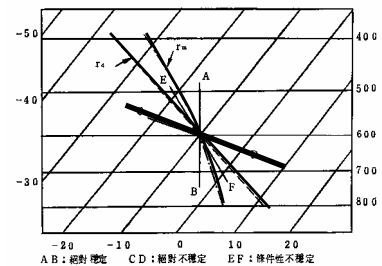
## 絕對穩定

若探空溫度曲線（環境）之傾斜角小於濕絕熱線（空氣塊）之傾斜角（AB曲線），則表示空氣塊之降溫率大於環境場，因此若上升同樣的高度，空氣塊之溫度將會低於環境場，使空氣塊處於一個穩定環境中。因此當這種情況發生時，對空氣塊而言，是絕對穩定的，亦可說空氣塊是處於絕對穩定的環境中。



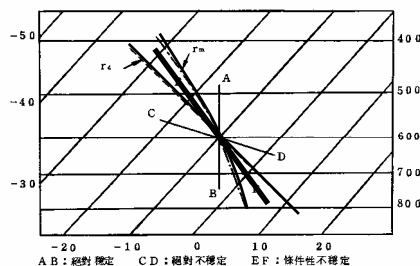
## 絕對不穩定

若探空溫度曲線之傾斜角大於乾絕熱線之傾斜角（CD曲線），則表示空氣塊之降溫率小於環境場，因此若上升同樣的高度，空氣塊之溫度將會高於環境場，使空氣塊處於一個不穩定的環境中。因此當這種情況發生時，對空氣塊而言，是絕對不穩定的，亦可說空氣塊是處於絕對不穩定的環境中。



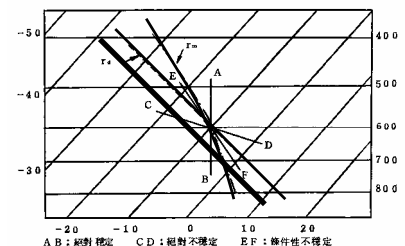
## 條件性不穩定

若探空溫度曲線之傾斜角大於濕絕熱線之傾斜角但卻小於乾絕熱線之傾斜角時（EF曲線），則表示空氣塊是處於條件性不穩定的環境中。當空氣塊未飽和時，因為空氣塊之降溫率小於環境大氣，所空氣塊處於不穩定環境中；若空氣塊飽和，則空氣塊處於穩定環境中，因為空氣塊之降溫率大於環境大氣。



## 中性平衡

對未飽和空氣塊而言，若探空溫度曲線平行乾絕熱線，則表示此未飽和空氣塊是處於中性平衡的環境中（即空氣塊的運動不受環境場影響），但若此時為飽和空氣塊，則是處於不穩定的環境中。對飽和空氣塊而言，若探空溫度曲線平行濕絕熱線，則表示此飽和空氣塊是處於中性平衡的環境中，但若為不飽和空氣塊，則是處於穩定的環境中。



氣壓	溫度	露點
1013	26	16
1000	26	20
950	22	18
920	19	16
850	15	10
780	11	4
700	6	-9
670	4	-12
620	0	-13
570	-5	-13
500	-12	-22
475	-13	-27
430	-18	-37
400	-21	-41
350	-28	-48
300	-37	-50
250	-47	-53
200	-57	-61
150	-64	-72

## 作業

- 1.畫出探空曲線
- 2.求取950hPa之混合比
- 3.求取925hPa之水氣壓
- 4.求取850hPa之相對濕度
- 5.求取500hPa之位溫
- 6.求取700hPa之相當溫度
- 7.求取LCL之高度
- 8.求取LFC之高度

Good luck  
and  
Enjoy it