

# 溫度、濕度定義及測量方法



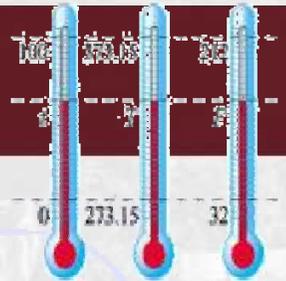
鎰田科技股份有限公司  
EYC-TECH CO.,LTD

# 什麼是溫度

- **溫度** - 是指物體的冷熱程度，是表示物體內分子熱運動（不規則的自由運動）強度的物理量。較熱的物體有較高的溫度。物體受熱後溫度升高，冷卻後降低。物質的物理特性受溫度影響。例如水加熱後溫度升高，到一定程度就會變成水蒸汽。鋼在溫度升高後耐壓和耐拉的能力（強度）就會降低。因此運行中的鍋爐受壓鋼管過熱器管和省煤器管等，應始終將其溫度控制在允許工作溫度範圍內。否則就會因強度降低而產生爆管。



# 溫度單位



- **溫度單位 - 量度物體溫度數值的標尺叫溫標。**

1. 攝氏溫度或稱攝氏溫標－用符號“ $^{\circ}\text{C}$ ”（攝氏度）表示。並規定在1標準大汽壓水的冰點和沸點分別為 $0^{\circ}\text{C}$ 和 $100^{\circ}\text{C}$ ，在這之間分為100個等分，每等分為 $1^{\circ}\text{C}$ 。
2. 絕對溫度或稱絕對溫標（熱力學溫標又稱開爾文溫標）－用符號“**K**”（開氏度）表示。它規定分子運動停止時的溫度為絕對零度，並規定在1標準大汽壓下水的冰點和沸點分別為 $273.15\text{K}$ 和 $373.15\text{K}$ 。二者之間仍分為100個等分，每1等分為 $1\text{K}$ 。
3. 華氏溫度或稱華氏溫標－用符號“ $^{\circ}\text{F}$ ”（華氏度）表示。並規定在1標準大汽壓下水的冰點和沸點分別為 $32^{\circ}\text{F}$ 和 $212^{\circ}\text{F}$ 。二者之間分為180個等分，每1等分為 $1^{\circ}\text{F}$ 。
4. 國際實用溫標－是一個國際協議性溫標，它與熱力學溫標相接近，而且複現精度高，使用方便。目前國際通用的溫標是1975年第15屆國際權度大會通過的《1968年國際實用溫標-1975年修訂版》，記為：**IPTS-68 (Rev-75)**。但由於**IPTS-68**溫示存在一定的不足，國際計量委員會在18屆國際計量大會第七號決議授權予1989年會議通過了1990年國際溫標**ITS90**，**ITS-90**溫標替代**IPTS-68**。

# 溫度換算和測量方式

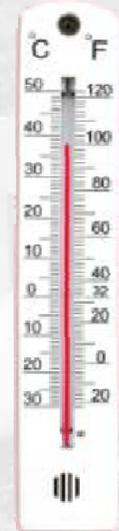
- 華氏轉換成攝氏公式

華氏 °F ( Fahrenheit ) = ( 攝氏 °C ) x (9/5) + 32

攝氏 °C ( Celcius ) = (華氏 °F - 32) x (5/9)

- 測量方式—溫度測溫儀表按測溫方式分類

1. 接觸式測溫儀表—比較簡單、可靠，測量精度較高；但因測溫元件與被測介質需要進行充分的熱交換，需要一定的時間才能達到熱平衡，所以存在測溫的延遲現象，同時受耐高溫材料的限制，不能應用於很高的溫度測量。
2. 非接觸式測溫儀表—通過熱輻射原理來測量溫度的，測溫元件不需與被測介質接觸，測溫範圍廣，不受測溫上限的限制，也不會破壞被測物體的溫度場，反應速度一般也比較快；但受到物體的發射率、測量距離、煙塵和水汽等外界因素的影響，其測量誤差較大。



# 什麼是濕度和相對濕度

- **濕度** - 空氣是一種混合物，裡面也包含了水蒸汽。水蒸汽的多寡，影響空氣的乾濕程度。
- **相對濕度** - 通常用百分比（%）來表示，大氣中實際水汽含量與該溫度下且同壓時之飽和水汽含量之比。
- **如何計算相對濕度** -

相對濕度 = (實際水汽重量 / 同溫同壓下的飽和水重量) × 100%

所以當相對濕度是百分之一百時，空氣是飽和的。例如：假設在 25°C 時，某體積的空氣最多可以容納 100 個水蒸汽分子，但是實際上只有 50 個水蒸汽分子，那麼，「**相對濕度**」就是  $(50 \div 100) \times 100\% = 50\%$ 。這種狀況下，空氣還可以再容納 50 個水蒸汽分子，因此，晾晒的衣服就比較容易乾了！所以，我們可以說空氣是比較乾燥的！相反地，如果實際上的水蒸汽分子已經有 90 個了，相對濕度是 90%，那麼，因為只能再容納 10 個水蒸汽分子，濕衣服也就不容易變乾，因此，空氣就是比較潮濕的。



# 表示濕度的物理量-1

- **相對濕度(%RH)** - 空氣中水汽壓與飽和水汽壓的百分比。
- **露點溫度(Dp)** - 空氣在氣壓和水汽含量保持不變的狀況下，若逐漸降低溫度，一直到水汽量達到飽和，開始凝結為水滴（露珠）時的溫度。所以相對濕度為100%時，表示空氣中的水汽達飽和，氣溫與露點相同；所以若水汽未達飽和，及相對濕度小於100%，當時的氣溫一定高於露點。露點溫度越低，濕空氣就越為乾燥，結露的可能就小。
- **霜點溫度(Tp)** - 當空氣的溫度低於0°C時，水汽在平面上凝結成霜，稱為霜點。在0°C以下，霜點總是比露點高一點。
- **絕對濕度(Dv)** - 又稱為水汽濃度或水汽密度。指單位容積內水汽的重量，其單位是克／立方公尺；這也就是密度單位。
- **水汽含量(Q)** - 也稱為比濕，指濕空氣中的水汽質量與濕空氣的總質量之比。



# 表示濕度的物理量-2

- **飽和水汽壓( $E_w$ )** - 在特定溫度下，水汽達到飽和時的最大壓力。
- **焓( $H$ )** - 濕空氣從一特定的溫度和濕度變狀態變化到另一種狀態所需要的能量，通常給出的是 $0^{\circ}\text{C}$ 和 $0\% \text{RH}$ 的乾燥汽體達到特定的溫度和濕度狀態時所需的能量。
- **體積混合比( $\text{PPM}_v$ )** - 在標準壓力和溫度下，濕空氣中水汽所佔有的體積與總體積之比，該值與溫度和壓力無關。
- **濕球溫度( $T_w$ )** - 通風乾濕表中，由於蒸發潛熱，濕球的溫度就會比環境溫度低，由此換算需相對濕度。
- **平衡相對濕度( $\text{ERH}$ )** - 吸濕物質與周圍環境水汽交換達到平衡時的相對濕度。
- **水分活度( $A_w$ )** - 溶液中溶劑水的逸度與純水逸度的比值，在低壓下，約等於平衡相對濕度除以100，值在 $0-1.0$ 之間。



# 濕度測量方法-1.伸縮法

- 物質在濕度發生變化時其長度會隨之變化，例如當相對濕度從 0 % 變到 100 % 時，通常人類毛髮的總長度會伸長 2.5%。這一變化可以通過機械裝置放大用指標指示出來，或通過機械 - 電量的轉換，輸出表徵濕度水準的電信號，從而進行濕度的測量和控制，這種方法就叫伸縮法。
- 毛髮濕度計是伸縮法測濕的典型應用。它與當代的各種濕度計相比，具有結構簡單、使用方便、造價低廉的優點，從濕度測量的現狀與要求來看，即使在科學技術高度發達的今天，毛髮、腸衣之類濕度感測器仍將繼續為人們沿用。但也存在滯後和精度不高等固有的缺點。



# 濕度測量方法-2.乾濕球法

- 乾濕球濕度計由兩支規格完全相同的溫度計組成，一支稱為乾球溫度計，其溫泡暴露在空氣中，用以測量環境溫度；另一支稱為濕球溫度計，其溫泡用特製的紗布包裹起來，並設法使紗布保持濕潤，紗布中的水分不斷向周圍空氣中蒸發並帶走熱量，使濕球溫度下降。水分蒸發速率與周圍空氣含水量有關，空氣濕度越低，水分蒸發速率越快，導致濕球溫度越低。可見，空氣濕度與乾濕球溫差之間存在某種函數關係。乾濕球濕度計就是利用這一現象，通過測量乾球溫度和濕球溫度來確定空氣濕度的。

# 濕度測量方法-3. 冷凝露點法

- 露點法是一種古老的濕度測量方法，隨著科學技術的發展，露點技術臻于完善。現代的光電露點儀採用熱電製冷，並且可以自動補償零點和連續跟蹤測量露點。高精度露點儀在一般濕度範圍的測量準確度可達 $\pm 1^{\circ}\text{C}$  露點溫度。
- 露點濕度計的原理可以通過一個簡單的實驗來說明。若將一個光潔的金屬表面放到相對濕度低於**100%**的空氣中並使之冷卻，當溫度降到某一數值時，靠近該表面的相對濕度達到**100%**，這時將有露在表面上形成。因為在這個溫度下空氣中的水汽達到了飽和，冷表面附著的水膜和空氣中的水份處於動態平衡，也就是說，在單位時間內離開和返回到表面上的水分子數相同，這就是**Regnault**原理。該原理可以敘述為：當一定體積的濕空氣在恒定的總壓力下被均勻降溫，直到空氣中的水汽達到飽和狀態，該狀態叫做露點；
- 在冷卻的過程中，氣體和水汽兩者的分壓力保持不變。如果空氣的溫度是 $T_a$ ，露生成的溫度為 $T_d$ ，則濕空氣的相對濕度可以通過下式算出：
- $U = \frac{\text{在露點溫度}(T_d)\text{時的飽和水氣壓}}{\text{在原來溫度}(T_a)\text{時的飽和水氣壓}} \times 100\%$  式中飽和水汽壓的數值可以通過查表得到。在  $0^{\circ}\text{C}$  以下，水汽達到飽和時，水在鏡面上結冰，此時的溫度又叫做霜點。



# 濕度測量方法-4.氯化鋰露點法

- 露點式氯化鋰濕度計是由美國的 Forboro 公司首先研製出來的，其後我國和許多國家都做了大量的研究工作。這種濕度計和上述電阻式氯化鋰濕度計形式相似，但工作原理卻完全不同。簡而言之，它是利用氯化鋰飽和水溶液的飽和水汽壓隨溫度變化而進行工作的。
- 據拉烏爾定律，在溫度不變時隨著鹽溶液濃度增加，其表面上的水汽壓下降，故氯化鋰溶液的飽和水汽壓曲線位於純水飽和水汽壓曲線的下方，在同一溫度下，前者的水汽壓比後者低，大約相當於後者的10-12%，即氯化鋰飽和溶液的平衡相對濕度為10%-12%。



# 濕度測量方法-5.電解法

- 電解法是目前廣泛應用的微量水份測量方法之一。這種方法是1956年首先 Keidel提出來的，人們對此法之所以感興趣，其原因在於這種方法不僅能達到很低的量限，更重要的是因為它是一種絕對測量方法。這種建立在法拉第定律基礎上的電解濕度計通常又稱為庫侖濕度計。
- 庫侖濕度計的敏感元件是電解池，被測氣體穿過電解池時，其中的水汽全部被塗在電極上的五氧化二磷磷酸膜所吸收。
- 濕度計的工作特點是氣體連續通過電解池，其中的水汽被五氧化二磷全部吸收並電解。在一定的水份濃度和流速範圍內，可以認為水份吸收的速度和電解的速度是相同的，也就是說，水份被連續地吸收同時連續地被電解，於是暫態的電解電流可以看作是氣體含水量瞬時值的體現。由於方法所要求的條件是通過電解池的氣體中的水份必須全部被吸收，不言而喻，測量值要受氣體流速的影響，因此，對於某一個電解池不但有一個額定的流速，而且在測量時還必須保持流速恒定，並對流速進行準確的測量。知道了氣體的流速和電解電流，我們便可以計算水份的濃度。