

# 冷凍空調初步認知 與基礎維修技術(二)

黃俊山 國立關山工商電器冷凍科教師

臺灣公共職業訓練國際交流暨發展協會會員

## 冷媒的定義

冷卻的媒介物---讓一物質溫度能降低的媒介物

## 目前冷媒的現況

CFCs 禁產：R-11 R-12 R-13 R-113 R-502

HCFCs 管制中：R-22 R-123 R-141b R-142b R-406

R-408A

HFCs 長期取代：R-134a (R-12) R-410A (R-22)

R-404A (R-502)

## 未來的冷媒 (自然冷媒 (HC))：

R-744 (CO<sub>2</sub>) R-290 (丙烷) R-600a (異丁烷)

## 冷媒的命名

- 1、冷媒編號+90 (佰位數為 C 的原子數，十位數為 H 的原子數，個位數為 F 的原子數，不足者以 Cl 補上)。
- 2、無機化合物為 R-7?? (如 R-718：H<sub>2</sub>O 為分子量之和 (1.008×2) + (16×1) = 18)
- 3、有機化合物：R-6?? (R-600A) 異丁烷
- 4、共沸冷媒：R-5?? (R-502)
- 5、非共沸冷媒：R-4?? (R-410A)

## 冷媒編號中大 A 與小 a 有什麼不同？

我們常常看到冷媒編號 R134a 與 R407A，最後一個英文字母有大小寫之分，有些人往往認為都是 A 大寫小寫無所謂，但是在冷媒編碼上大小寫代表意義有極大的不同。

小寫 a、b、c 用於單一物質的冷媒，其代表的意義為該單一物質的同分異構物。『同分異構物：元素分之數目相同，但其元素間的連結結構不同。』例如 R134a 為單一物質  $\text{CH}_2\text{FCF}_3$  的冷媒。大寫 A、B、C 用於混合冷媒，其代表的意義為同樣組成種類的冷媒，不同混合比例的產品。如 R407A 與 R407B 同樣都是由 R32、R125、R134a 所混合而成，但是 R407A 的混合比例為：20%R32、40%R125、40%R134a。R407B 的混合比例為：10%R32、70%R125、20%R134a。

### 冷媒選用的基本原則

- 1、能與冷凍油有互溶性，洩漏易偵測
- 2、使用溫度範圍廣，蒸發壓力高於大氣壓力
- 3、不破壞臭氧層及無溫室效應
- 4、無毒性，無燃性，無腐蝕性

### 目前冷媒使用情況是依設計蒸發溫度選擇

-45°C ~ +10°C 冷凍用大都採 R-404A 冷媒冷凍機

-23°C ~ -1°C 冷凍用大都採 R-134a 冷媒冷凍機

30 RT 以下 空調用大都採 R-410A 冷媒冷凍機

### 在家用冰箱方面（目前已由冷媒 R134a 已取代冷媒 R12）

#### R134a 冷媒的特點及正確使用

※：首先先瞭解 R134a 冷媒的主要特點：

- a、R134a 不含氯原子，對大氣臭氧層不起破壞作用。
- b、R134a 具有良好的安全性能（不易燃、不爆炸、無毒、無刺激性無腐性）。
- c、R134a 的傳熱性能比較接近，所以製冷系統的改變比較容易。
- d、R134a 的傳熱性能比 R12 好，因此冷媒的用量可減少。

※：R134a 的使用注意事項：

- a、用於 R134a 的儀器、設備和量具等，不能與用 R12 的互換，因若在 R134a 中混有 R12 會使壓縮面損壞，並且也可能使儀器和調備損壞。
- b、R134a 與 R12 的冷凍機油不能混用，因為 R134a 與 R12 系統的冷凍機油不兼容。R12 系統一般採用冷凍機油為日本產的 SUNISO 3GS、SUNISO 4GS、SUNISO 5GS 冷凍機油，而 R134a 系統一般採用合成聚烷甘醇，即 PAG (Polyalkylene Glycol) 油或聚酯 POE (Poly Ester) 油。

※：所以 R134a 與 R12 系統的使用設備必須區別：

- a、存放 R134a 的容器為淺藍色，而存放 R12 的容器為白色。
- b、R134a 系統連接軟管是用橡膠和尼龍特製的；而 R12 系統連接軟管常用一般橡膠管。
- c、R134a 系統連接管有顏色標記（低壓管是藍色帶黑色條紋，高壓管是紅色帶黑色條紋，普通管是黃色帶黑色條紋）；而 R12 系統連接管則無標記。
- d、R134a 入口處使用的是快速接頭，而 R12 系統使用的是螺紋接口。
- e、R134a 系統連接軟管與儀表的接頭具有 1/2in 英吋螺紋，且高壓端的接頭比低壓端的接頭大；

而 R12 系統連接軟管與儀表的接頭具有 7/16in 英寸螺紋。

※：R134a 的使用及維修注意事項

- a、檢修系統時應戴好安全防護眼鏡和手套，切忌讓液體冷媒接觸皮膚，特別是手和眼睛，以免被凍傷。
- b、同於 PAG 油與 R134a 在高溫區和低溫區會產生兩層分離（兩者分離）現象，因此在充填 R134a 時，周圍溫度不要超過 40°C，絕對禁止用噴燈一類的加熱裝置加熱，要盡量防止出現兩層分離現象，以免給壓縮機的排氣壓力和製冷帶來不良影響。
- c、R134a 系統必須使用專用密封圈與密封墊，使用的冷卻機油會使 R12 系統使用的密封圈和密封墊起泡失效，從而導致冷媒洩漏。
- d、在充填 R134a 時，應使盛裝 R134a 的容器保持在直立狀態，確保 R134a 以氣體方式進入系統，否則 R134a 可能會以液體方式進入壓縮機，使壓縮機損壞，另外充填作業必須在空氣流通的地方進行，以防操作人員因缺氧而窒息。
- f、儲液乾燥器（或氣液分離器）必須密封保存，其安裝必須迅速；否則空氣進入儲液乾燥器（或氣液分離器）後會使乾燥劑吸濕能力減弱，甚至失效。

### 在家用冷氣方面（目前已由冷媒 R410A 已取代冷媒 R22）：

R410A 由 R-32 50% R-125 50% 混合而成的冷媒 滑落溫差在 0.1 度以下屬近似共沸冷媒 毒性與燃燒性等及與 R-22 相似 為 A1 低毒性 R-410A 氣體體積比 R-22 小填充量較少 無法與礦物油和烷基苯類混合 需用聚合脂類(POE)冷凍油。

R-410A 應用於空調機應注意

### 熱交換器部分：

熱傳係數較 R-22 高，熱交換器可較小化，R-410A 為近共沸冷媒，溫度滑落問題可忽略不計，原先用 R-22 熱交換器設計之法則，仍可繼續適用於 R-410A 熱交換器。另外，高壓貯液器(Receivers)及低壓貯液器(Accumulators)之膨脹率與 R-22 不同，必須列入設計考慮。

由於熱交換器與貯液器皆屬於壓力容器，依 UL 規定，外殼強度必須耐 5 倍之設計壓力值。對 R-410A 而言，其工作壓力比 R-22 高 50%，也就是說氣冷式冷凝器之工作壓力可能高達 400~450 psi(約 30 個大氣壓)，所以其耐壓測試必須達到 2250 psi 或更高。

### 冷凍油部分：

必須採用 POE (Polyol-Ester)，其高吸濕性要特別小心處理。而 POE 原本其黏滯係數並不大，必須藉著添加物來提升其黏滯係數，添加物對系統其他墊片或絕緣材的破壞作用也要留意。

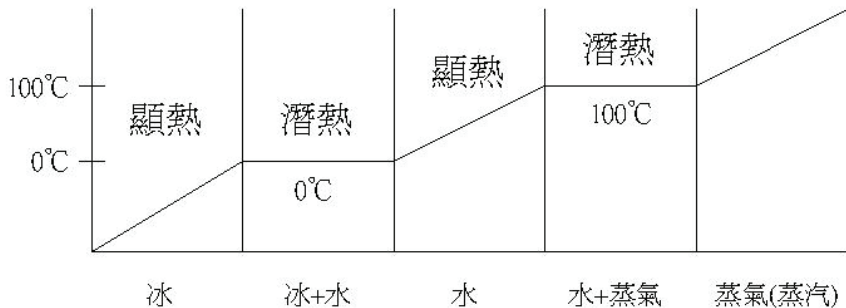
### 設計技術：

R-410A 為一高壓冷媒，系統設計與 R-22 不同，新系統發展必須整合新冷媒、壓縮機及其他元件重新設計，適切的設計可以使 EER 值較 R-22 系統高出 3-5 %。

### 莫利爾線圖（冷媒特性圖）

以水（H<sub>2</sub>O）為例：在一大氣壓下由 冰=>水=>水蒸氣

#### 水之潛熱顯熱變化 冰—水—水蒸氣



### 水也是冷媒的一種

水在一大氣壓下蒸發溫度才是 100°C

當氣壓力升高時，水的蒸發溫度也跟著升高

當氣壓力降低時，水的蒸發溫度也跟著降低

所以水在每一個壓力下，都有一不同的蒸發溫度

所以每一個壓力下，每一種冷媒都有一不同的蒸發溫度

將某一種冷媒的一單位，在每一個壓力下，不同的特性，以絕對壓力為縱座標，焓（冷媒一單位所含熱量）為橫座標所繪製出來的冷媒特性圖，稱為莫利爾線圖。

### 莫利爾線圖的形成：

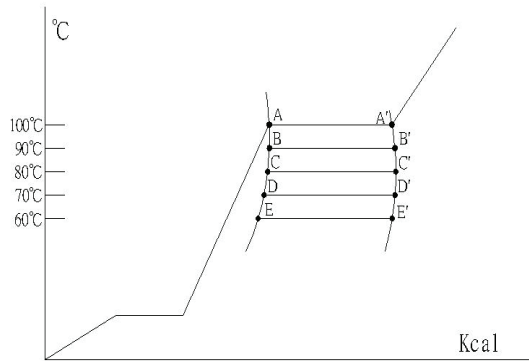
1、以 H<sub>2</sub>O 為例（水是冷媒的一種），溫度°C 為縱座標，熱量 Kcal 為橫座標。

2、找出水在各壓力下各自的沸點。

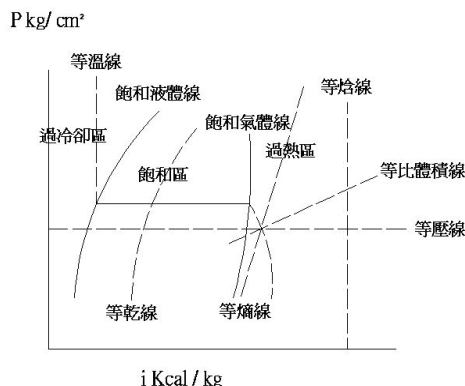
如：

大氣壓力 kg/cm <sup>2</sup> abs	1.033	0.713	0.482	0.318	0.202
水的蒸發 溫度°C	100	90	80	70	60

# 簡易冷凍空調技術



- 3、將各剛蒸發的各點 A、B、C、D、E 連接起來，而成飽和液態線。  
(因離開剛蒸發的點之後，就開始有氣態存在)
- 4、將各全蒸發完畢的各點 A'、B'、C'、D'、E' 連接起來，而成飽和氣態線。(因未到蒸發完畢的點之前，皆還有液態存在)
- 5、飽和液態線與飽和氣態線間之區域為飽和區域。  
(含有液態及氣態的區域也就是液態及氣態共存的區域)
- 6、飽和液態線之左側為過冷卻區域。  
(已成為液態，又再失去熱量，所以稱過冷卻區域)
- 7、飽和氣態線之右側為過熱區域。  
(已成為氣態，又再獲得熱量，所以稱過熱區域)
- 8、而 AA'、BB'、CC'、DD'、EE' 之各線為飽和區域之等溫線。
- 9、而由各蒸發溫度皆有一絕對壓力，所以縱座標可改為絕對壓力 (kg /cm<sup>2</sup> abs)，而且一單位冷媒所含的熱量為焓 (Kcal / kg)。
- 10、冷媒一單位，以絕對壓力為縱座標，焓 (冷媒一單位所含熱量) 為橫座標所繪製出來的冷媒特性圖，稱為莫利爾線圖。
- 11、現在座標圖為：



- 12、如上之座標圖，可定出等壓力線。  
(平行於橫座標的線)
- 13、如上之座標圖，可定出等焓線。  
(平行於縱座標的線)
- 14、在過冷卻區域，為液態區域，如物質一定，比熱一定，溫度不變時，所含有之熱量也不會變，所以在過冷卻區域之等溫線等於等焓線。
- 15、在飽和區域，等溫線等於等壓力線。
- 16、在過熱區域，物質在等壓力下繼續加熱，溫度會繼續上升。
- 17、將所有的溫度相同之點連接起來，就成了等溫線。
- 18、將飽和區域之所有相同乾度點連接起來，就成了等乾度線或等質線。
- 19、將冷媒同是一公斤時，而且其體積相等之點，連接起來，就成了比體積線。
- 20、將等熵之點，連接起來，就成了等熵線(熵的單位  $\text{Kcal} / \text{kg} \cdot \text{K}$ )。
- 21、莫利爾線圖上，只要能決定一點出來，就能讀出該點之特性。

### 冷凍循環的形成

爲了要產生空調、冷藏、冷凍的效果。我們必須借用一種冷媒，將空間的熱量往外面移。首先利用一器具，將一在某壓力下欲蒸發的液態冷媒引進，而且其欲蒸發之溫度必須低於欲空調、冷藏、冷凍空間的溫度，使其蒸發(液態冷媒蒸發)吸熱，因而產生了空調、冷藏、冷凍的效果。而這被利用的器具，我們稱它爲**蒸發器**。同樣必須這已蒸發之氣態冷媒，送到外面使其放出熱量，再恢復成液態，其實這時段的氣態冷媒的溫度是低於欲空調、冷藏、冷凍空間的溫度，而外面的溫度一定高於這時段的氣態冷媒的溫度，所以必須要有一器具來加壓氣態冷媒而使氣態冷媒成爲高壓高溫的氣態冷媒(高壓下冷凝溫度自然升高)，而使氣態冷媒成爲高壓高溫的氣態冷媒的器具，我們稱它爲**壓縮機**。而能使高壓高溫氣態冷媒再恢復成液態冷媒的器具，我們稱它爲**冷凝器**。將高壓高溫液態冷媒限制流出的量使其能到蒸發器膨脹成低壓低溫的氣態冷媒的器具，我們稱它爲**膨脹閥**。

### 單段機械冷凍系統必需具備有：

壓縮機、冷凝器、膨脹閥、蒸發器合稱為冷凍四個要素。

壓縮機的作用：

讓低壓低溫的氣態冷媒壓縮成高壓高溫的氣態冷媒

冷凝器的作用：

讓高壓高溫的氣態冷媒放熱成高壓高溫的液態冷媒

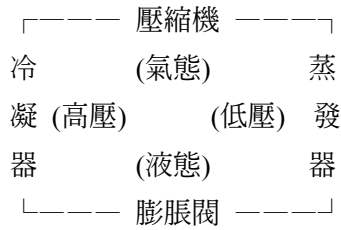
膨脹閥的作用：

讓高壓高溫的液態冷媒降壓成低壓低溫的液態冷媒

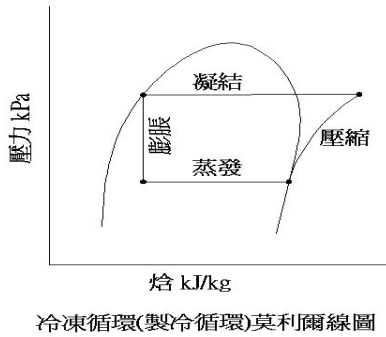
蒸發器的作用：

讓低壓低溫的液態冷媒吸熱成低壓低溫的氣態冷媒

所以整體單段機械冷凍系統的形成如下：



在冷媒特性圖（莫利爾線圖）上形成：



也有學者把冷媒加進去成爲五大要素  
所以

**冷凍五大要素：**

壓縮機、冷凝器、膨脹閥、蒸發器、冷媒合稱爲冷凍五大要素。

**冷凍空調循環系統：**

目前空調、冷藏冷凍大多採取單段機械冷凍

依冷媒使用情況是依設計蒸發溫度選擇大致上

-45°C~+10°C 冷凍用採 R-404A 冷媒冷凍機

-23°C~-1°C 冷凍用採 R-134a 冷媒冷凍機

30 RT 以下空調用採 R-410A 冷媒冷凍機

**所以製冷系統決定：（依個人經驗提供參考）**

**（一）選擇冷媒**

依冷媒使用情況是依設計蒸發溫度選擇大致上

-45°C~+10°C 冷凍用採 R-404A 冷媒冷凍機

-23°C~-1°C 冷凍用採 R-134a 冷媒冷凍機

30 RT 以下空調用採 R-410A 冷媒冷凍機

(二) 依決定之冷媒取冷媒特性圖 (莫利爾線圖)

(三) 決定蒸發溫度

蒸發溫度的決定：

冷藏：庫內溫度減 10~15°C

冷凍：庫內溫度減 5~10°C

若是高濕：庫內溫度減 5°C 以下

空調：大致上選擇 5°C

(四) 由蒸發溫度決定--蒸發壓力

(五) 決定冷凝溫度

冷凝溫度的決定：

A：室外溫度 加 12~15°C

B：室外溫度 加 15~17°C

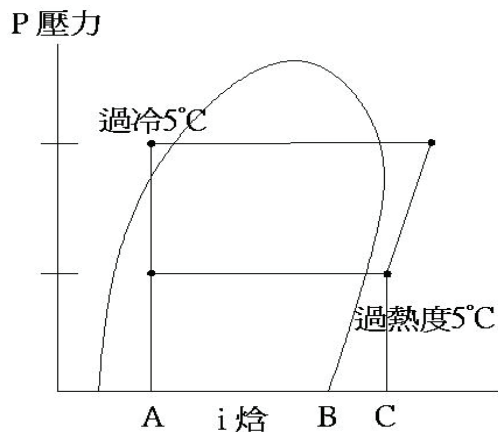
個人的取擇偏向於 B 目前又一說法：以焚風為室外溫

(六) 由冷凝溫度決定--冷凝壓力

(七) 依冷凝溫度過冷 5°C 為膨脹閥起點

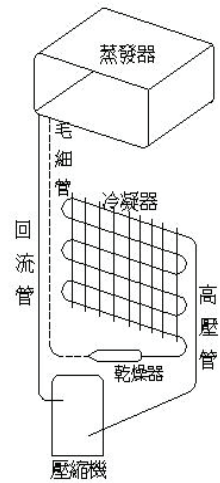
(八) 依蒸發溫度過熱 5°C 為壓縮機起點

(九) 完成冷媒循環圖





例 一  
冰箱系統



依以前的經驗值--選擇使用 R-12 冷媒

蒸發溫度  $-20^{\circ}\text{C}$

冷凝溫度的決定：

環境溫度 加  $15\sim 17^{\circ}\text{C}$

蒸發溫度為：

庫溫  $-10^{\circ}\text{C} = >$  蒸發溫度  $-20^{\circ}\text{C}$

冷凝溫度為：

室溫  $27^{\circ}\text{C} = >$  冷凝溫度  $45^{\circ}\text{C}$

例 二

冰箱系統

依目前的使用 R-134a 冷媒系統

蒸發溫度  $-20^{\circ}\text{C}$

冷凝溫度的決定：

環境溫度 加  $15\sim 17^{\circ}\text{C}$

冷媒取 R-134a 時

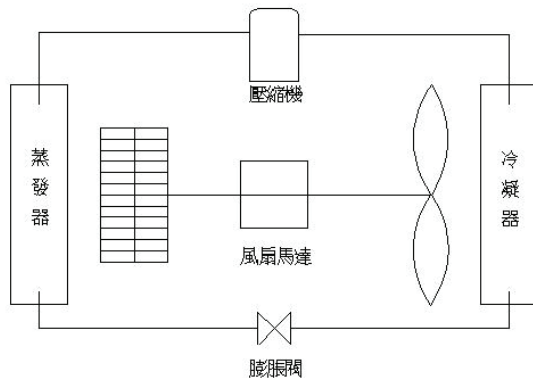
蒸發溫度為：

庫溫  $-10^{\circ}\text{C} = >$  蒸發溫度  $-20^{\circ}\text{C}$

冷凝溫度為：

室溫  $27^{\circ}\text{C} = >$  冷凝溫度  $45^{\circ}\text{C}$

例 三  
冷氣機系統



依以前的經驗值--選擇使用 R-22 冷媒

蒸發溫度 5°C

冷凝溫度的決定：

環境溫度 加 15~17°C

冷媒取 R-22 時

蒸發溫度為：

出風 15°C => 蒸發溫度 5°C

冷凝溫度為：

室溫 34°C => 冷凝溫度 50°C

例 四

冷氣機系統

依目前的經驗值--選擇使用 R-410A 冷媒

蒸發溫度 5°C

冷凝溫度的決定：

環境溫度 加 15~17°C

冷媒取 R-410A 時

蒸發溫度為：

出風 15°C => 蒸發溫度 5°C

冷凝溫度為：

室溫 34°C => 冷凝溫度 50°C