

熱力學講義

第一回

501000-1



社團 考友社 出版
法人 發行

第一講 緒論

◎ 命 題 重 點 ◎

一、熱力學之定義

(一)熱力學為研究能與熵之科學

(二)研究能量由一種型式變成另一型式的轉換，包括熱和功，以及物質參與能量轉換時，它的特性間之關係。

二、工程熱力學之定義

當熱力學探討之對象為所有型式的熱機、冷凍機、空氣調節、燃燒、流體之壓縮與膨脹等工程上之問題時，謂之工程熱力學。

三、巨觀熱力學

又稱為古典熱力學 (Classical thermodynamics)，物質之物理性質係以物質整體總效應所顯示之性質為代表，而不考慮組成分子之個別效應。

四、微觀熱力學 (統計熱力學)

考慮各組成分子之個別效應，再以統計分法分析其總效應，而得到物質之物理性質。

五、簡單蒸汽動力廠—熱機之代表

圖1-1 所示為一簡單蒸汽動力廠，其主要構件為蒸汽發生器 (Steam generator)、蒸汽輪機 (Steam turbine)、冷凝器 (Condenser) 及泵 (Pump)。圖1-2 為簡化之示意圖，它也是熱機之代表。

(一)熱機 (Heat engine)

由高溫熱源取熱，經由循環將部份熱轉變為循環功，將剩餘之熱排至低溫熱源之裝置謂之。如圖1-3 所示。

(二)熱源 (Heat reservoir)

由傳熱不能改變其溫度之裝置或系統。如大氣，海洋。即圖1-3 中之 T_H 及 T_C 。

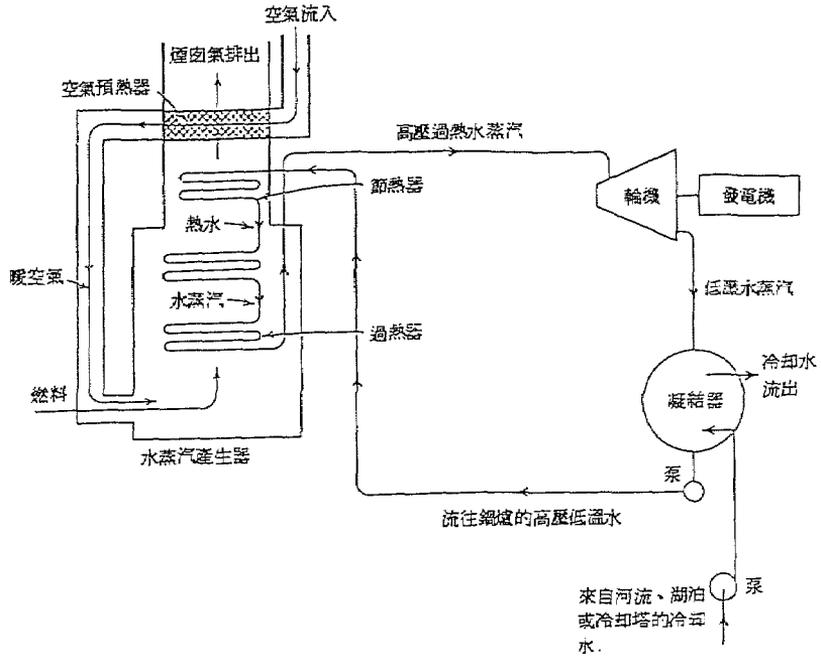


圖1-1 水蒸汽動力廠示意圖

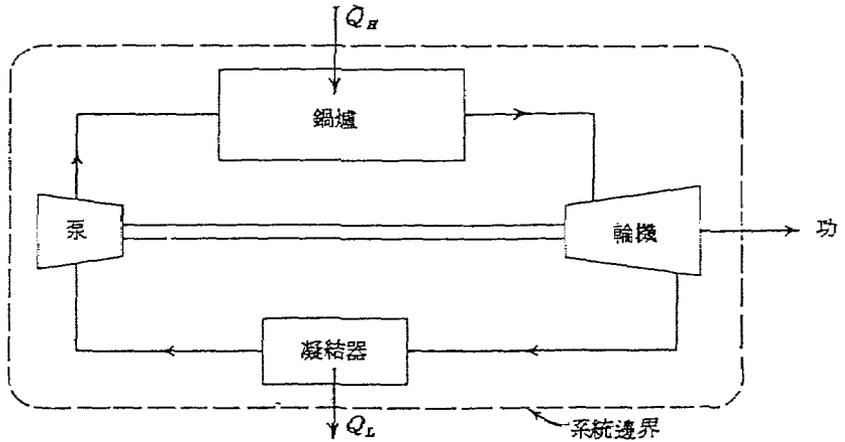


圖1-2 圖1-1 之再簡化示意圖

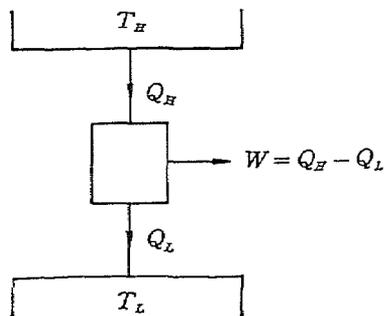


圖1-3 熱機示意圖

六 冷凍機及熱泵

圖1-4 所示為目前應用最廣的蒸汽壓縮式冷凍機 (Vaporcompression refrigerator) ，其主要構件為蒸發器 (Evaporator) 、壓縮機 (Compressor) 、冷凝器 (Condenser) 及膨脹閥 (Expansion valve) 。

(一) 冷凍機 (Refrigerator)

經由壓縮機做功和冷凍循環裝置將低溫環境之熱傳至高溫熱源，當強調冷凍效果 Q_L 時謂之冷凍機。

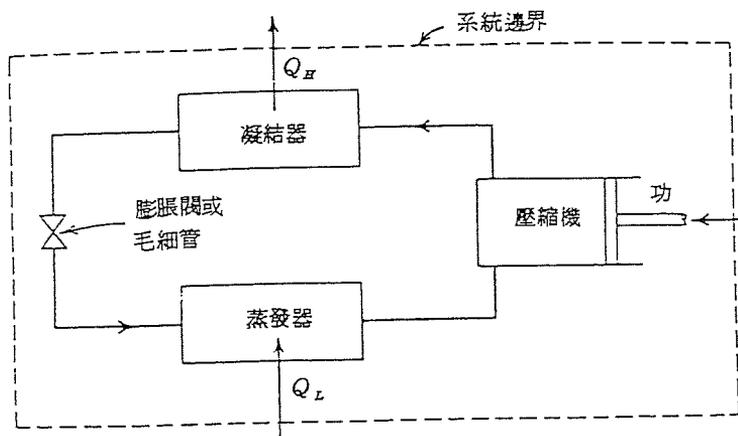


圖1-4 簡單冷凍循環

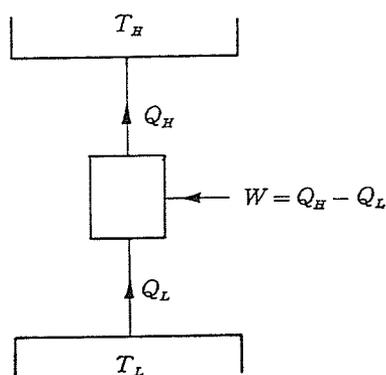


圖1-5 冷凍循環

(二) 熱泵 (Heat pump)

同樣之冷凍循環，當強調"暖"效果 Q_H 時，謂之熱泵。

七 熱力學與熱傳遞學

熱傳遞 (Heat transfer) 是一門預測溫度不同之物體間所發生之能量傳遞的科學。熱力學告訴我們，這種傳遞的能量被定義為熱 (Heat)。熱傳遞的科學不僅尋求解釋熱能 (Heat energy) 如何能被傳遞，同時也預測在特定情況下，熱交換的速率。事實上，熱傳遞速率 (Heat-transfer rate) 為分析物體間熱交換的目的，也

精選試題

一、融解（固→液）飽和壓力與飽和溫度之關係為何？

答：凝結膨脹之物質 P_{sat} 升高， T_{sat} 降低。（例如：水）

凝結收縮之物質 P_{sat} 升高， T_{sat} 升高。（一般物質）

二、理想氣體成立之條件為何？

答：
$$z = 1 = \frac{P_v}{RT}$$

由 T_r 及 P_r 查得

三、一圓氣球半徑為5m，大氣壓力為100kPa溫度為20°C：

(一)計算此氣球置換為空氣時，相當於多少質量和多少莫耳數？

(二)若此氣球在100kPa和20°C時充滿氦氣，求氦氣之質量及莫耳數。

答：
$$\bar{V} = \frac{\pi}{6}(10)^3 = 523.6\text{M}^3$$

(一)
$$m_{\text{AIR}} = \frac{R\bar{V}}{RT} = \frac{100 \times 523.6}{0.287 \times 293.2} = 622.2\text{kg}$$

$$n_{\text{AIR}} = \frac{m}{M} = \frac{622.2}{28.97} = 21.48\text{kmol}$$

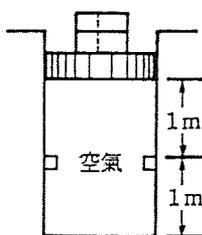
(二)
$$m_{\text{He}} = \frac{100 \times 523.6}{2.07703 \times 293.2} = 85.98\text{kg}$$

$$n_{\text{He}} = \frac{85.98}{4.003} = 21.48\text{kmol}$$

四、空氣包含於一配有無磨擦活塞和制動物之垂直圓筒內，如圖所示。活塞之截面積為 0.2m^2 ，空氣之初狀態為200kPa，500°C，此後空氣由於熱量傳遞至週遭而冷卻。

(一)當活塞到達制動物時，其內空氣溫度為若干？

(二)如果繼續冷卻至20°C，試問圓筒內壓力為若干？



答： $\bar{V}_1 = 0.2 \times 2 = 0.4 \text{ m}^3$ ， $\bar{V}_3 = \bar{V}_2 = 0.2 \times 1 = 0.2 \text{ m}^3$

$$(一) T_2 = T_1 \times \frac{V_2}{V_1} = 773.2 \times \frac{0.2}{0.4} = 386.6 \text{ K} = 113.4^\circ \text{C}$$

$$(二) P_3 = P_2 \times \frac{T_3}{T} = 200 \times \frac{293.2}{386.6} = 151.7 \text{ kPa}$$

五、使用一真空泵來抽取一液氦池上之真空，進入真空泵的體積流率為 $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ，真空泵入口之壓力為 15 Pa ，溫度為 -25°C ，試求每分鐘進入泵之氦質量。

答：
$$m = \frac{P\bar{V}}{RT} = \frac{15 \times 1.5}{2.07703 \times 1000 \times 248.2} \times 60 = 0.0026 \text{ kg/min}$$

六、一內直徑為 150 mm 的金屬球分別在排除內部空氣及充滿一 875 kPa 之未知氣體後於一準確之桿秤上秤重，其重量差為 0.025 kg ，室溫為 25°C ，假設其為純物質，試問其為何種氣體。

答：
$$\bar{V} = \frac{\pi}{6} (0.150)^3 = 0.001767 \text{ m}^3$$
， $\therefore n = \frac{m}{M} = \frac{P\bar{V}}{RT}$

$$M = \frac{mRT}{P\bar{V}} = \frac{0.025 \times 8,31434 \times 298.2}{875 \times 0.001767} = 4.009 = M_{\text{He}}$$

\therefore 是為氦氣

七、計算下列比容：

(一) 氨， 30°C ，80% quality (二) 氟-12， 50°C ，15% quality

(三) 水， 8 MPa ，98% quality (四) 氮， 90 K ，40% quality

答：(一) NH_3 ， 30°C ， $X = 0.80$

$$V = 0.00168 + 0.8 \times 0.1089 = 0.0888 \text{ m}^3/\text{kg}$$

(二) F-12 ， 50°C ， $X = 0.15$

$$V = 0.000826 + 0.15 \times 0.013344 = 0.00283 \text{ m}^3/\text{kg}$$

(三) H_2O ， $P = 8 \text{ MPa}$ ， $x = 0.98$

$$V = 0.001384 + 0.98 \times 0.22136 = 0.02308 \text{ m}^3/\text{kg}$$

(四) N_2 ， 90 K ， $x = 0.40$

$$V = 0.00134 + 0.4 \times 0.06495 = 0.02732 \text{ m}^3/\text{kg}$$

八、決定下列物質在諸狀態下 quality (若飽和) 或溫度 (若過熱) 為多少？

(一) 氨， 20°C ， $0.1 \text{ m}_3/\text{kg}$ ； 800 kPa ， $0.2 \text{ m}_3/\text{kg}$