

輪機學講義

第一回

606631-1



社團法
考友社
出版發行

輪機學講義 第一回



第一講 輪機基本概論 (一)	1
命題重點	1
重點整理	2
1-1 名詞界定與性質	2
1-2 理想氣體	15
1-3 熵	27
1-4 熱力學第二定律與卡諾循環	29
1-5 動力、溼度及冷凍之循環	33

第一講 輪機基本概論（一）

㊦㊦㊦㊦㊦㊦㊦㊦㊦㊦㊦㊦
㊦ 命題重點 ㊦
㊦㊦㊦㊦㊦㊦㊦㊦㊦㊦㊦㊦

- 1-1 名詞界定與性質
- 1-2 理想氣體
- 1-3 熵
- 1-4 熱力學第二定律與卡諾循環
- 1-5 動力、溼度及冷凍之循環

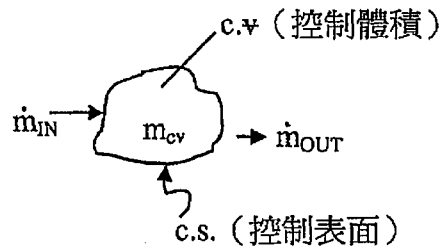
 * 重點整理 *

1-1 名詞界定與性質

1-1-1、質量守恒

(一)封閉系統：因無質量進出，故質量必為守恒。

(二)開放系統：



$$\text{質量守恒：} \dot{m}_{IN} - \dot{m}_{OUT} = \frac{d}{dt} (m_{cv})$$

$$\text{*當穩定系統} \rightarrow \frac{d m_{cv}}{dt} = 0$$

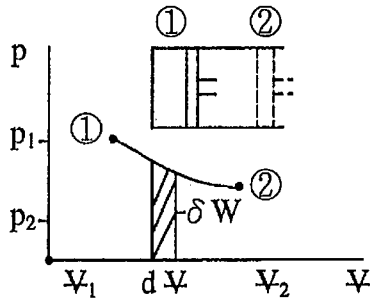
$$\rightarrow \dot{m}_{IN} = \dot{m}_{OUT}$$

$$\rightarrow (\rho VA)_{IN} = (\rho VA)_{OUT}$$

1-1-2、能量型式

(一)功

封閉系統：



(二) 熱

熱是因溫度差而穿越系統和其外界間之能量。

note:

1. 熱與功一樣，皆不是狀態函數，而屬路徑函數，若微量熱用 δQ 表示。
2. 熱若自系統傳出定義為負，反之為正。
3. $1\text{Btu} = 778\text{ft-lb}$

(三) 位能、動能、內能

1. 位能 (P.E.) = mgz (單位質量之位能 = gz)。
2. 動能 (K.E.) = $1/2mv^2$ (單位質量之動能 = $\frac{1}{2}v^2$)
3. 內能 = U (單位質量之內能 = $u = \frac{U}{m}$)
(與分子振動、移動、旋轉有關)

1-1-3、熱力學第一定律

即能量守恆定律

(一) 封閉系統:

[系統最初能量 (E_1) + 自外界傳入熱量 (Q)] - 系統對外作功 (W) = 系統最後能量 (E_2)

$$\text{即 } E_1 + Q - W = E_2$$

$$\therefore Q - W = E_2 - E_1$$

氣體對活塞作功 $\delta w = PAdx = pdV$

$$\therefore W = \int_1^2 \delta W = \int_1^2 pdV = p-V \text{ 曲線下方之面積}$$

note :

$$1. \text{對封閉系統 } W = \int_1^2 pdV$$

2. 系統對外界作功定義為正功。

外界對系統作功定義為負功。

3. 功之大小與變化過程有關，故屬「路徑函數」，不可稱為一狀態性質。故微小功用 $\delta \bar{w}$ 表示

*功率單位：

$$1w = 1J/S$$

$$1kw = 1000w$$

$$1hp = 33000ft-lbf/m_{in} = 2545BTU/hr = 0.746kw$$

$$1ps = 0.736kw$$

$$\text{系統可擁有之能量：} E = U + \frac{mv^2}{2} + mgz$$

$$\therefore Q - W (u_2 - u_1) + \frac{m}{2} (V_2^2 - V_1^2) + mg (Z_2 - Z_1)$$

同除 m

$$q - w = (u_2 - u_1) + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + g (Z_2 - Z_1)$$

*對密閉系統 K, E 及 P.E. 常數忽略。

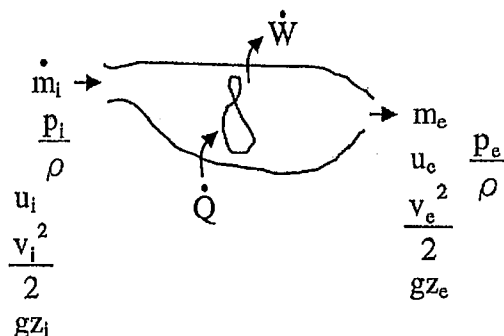
$$\text{故 } q - w = U_2 - U_1$$

若取微分 $\delta q - \delta w = du$

note: 若進行一循環完成時, 由於 $\oint du = 0$

故 $\oint \delta q = \oint \delta w$

(二)開放系統:



\dot{m}_i, \dot{m}_e 流體流進、流出之質量流率。

u_i, u_e 流體流進、流出時單位質量所帶之內能。

$\frac{v_i^2}{2}, \frac{v_e^2}{2}$ 流體流進、流出時單位質量所帶的動能。

gz_i, gz_e 流體流進、流出時單位質量所帶之位能。

\dot{Q} 傳入系統之熱

\dot{W} 系統對外所作之功率

※特別注意: 流體在流進、流出邊界時尚須有一種能量→

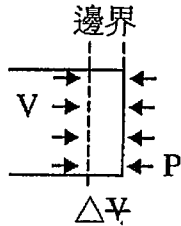
流功 (flow work)

在邊界附近有 ΔV 體積之流體欲流出邊界須克服壓力

P , 即需具有能量 $P\Delta V$ 方可流出。

$$\text{單位質量之比能量} = \frac{P\Delta V}{\Delta m} = P\Delta v = \frac{P}{\rho}$$

$\frac{P}{\rho}$ 即稱為流功 (flow work)



由能量不滅觀念：(所有進入系統之能量) - (所有離開系統之能量) = 系統增加之能量

$$\left[m_i \left(u_i + \frac{p_i}{\rho} + \frac{v_i^2}{2} + gz_i \right) + Q \right] - \left[m_e \left(u_e + \frac{p_e}{\rho} + \frac{v_e^2}{2} + gz_e \right) + \dot{W} \right] = \frac{dE}{dt}$$

$$\text{考慮 } \frac{dE}{dt} = \frac{d}{dt} (E_2 - E_1) = \frac{d}{dt} \left[m_2 \left(u_2 + \frac{v_2^2}{2} + gz_2 \right) - m_1 \left(u_1 + \frac{v_1^2}{2} + gz_1 \right) \right]$$

m_2 : 系統最後質量

m_1 : 系統原有質量

故開放系統之第一定律

$$\left[m_i \left(u_i + \frac{p_i}{\rho} + gz_i + \frac{v_i^2}{2} \right) + Q \right] - \left[m_e \left(u_e + \frac{p_e}{\rho} + gz_e + \frac{v_e^2}{2} \right) + \dot{W} \right] = \frac{d}{dt} \left[m_2 \left(u_2 + \frac{v_2^2}{2} + gz_2 \right) \right] \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

1-1-4、系統

- { 開放系統 (open system) —— 有質量進出之系統。
 { 封閉系統 (close system) —— 無質量進出之系統。

1-1-5、性質

- (一) { 內涵性質 (Intensive Property) : 與質量無關之性質。
 { 外延性質 (Extensive Property) : 與質量有關之性質。

註：1. $\frac{\text{外延性質}}{\text{外延性質}} = \text{內涵性質}$

2.

外延性質	內涵性質
m	1
$m\bar{v}$	\bar{v}
∇	ν
	p
	T

(二)重要之熱力學性質

1. 比容 (Specific volume)

$$\nu = \frac{\nabla}{m} = \frac{1}{\rho} \quad (\text{單位: } \text{m}^3/\text{kg})$$

2. 壓力

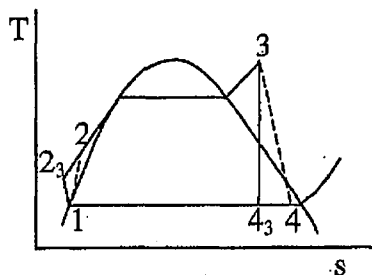
(1) 絕對壓力 (absolute pressure) P_{abs}

1-5-2、實際循環與理想郎肯循環之偏差

實際的渦輪與泵皆非可逆過程，而有效率問題。

$$\eta_T = \frac{W_a}{W_s} ; \eta_P = \frac{W_s}{W_p}$$

而有： $\eta_T < 1$ ； $\eta_P < 1$ ，使得在 T-S 圖形中，不論渦輪機或壓縮機，對實際過程而言， $S_{exit} > S_{in}$ ，如下圖所示。



當 η_T 和 η_P 不為 100% 時的朗肯循環。

甚至在鍋爐或循環的管路，皆有壓力差出現，而與理想的朗肯循環有偏差。

1-5-3、郎肯循環之改進循環

提高效率著眼點：

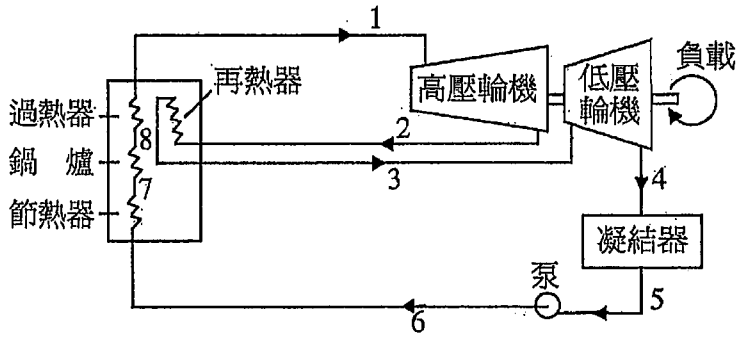
$$\eta_{th} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

當提高 T_H 或降低 T_L 皆可提高 η_{th} 。

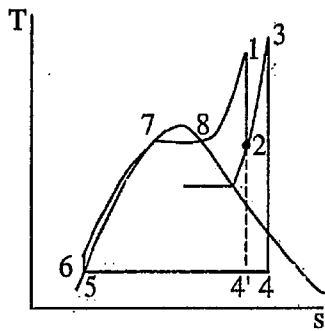
計有下列方式：

- ┌ 再熱循環 (Reheat Cycle)
- └ 回熱循環 (Regenerative Cycle)

(一)再熱循環



具過熱與再熱朗肯循環流程圖



再熱朗肯循環之 T-s 圖

1-5-4、布雷登循環-空氣標準之輪機循環

- ┌ 封閉式
- └ 開放式

