

國立虎尾科技大學  
機械設計工程系  
機械工程實驗(二)  
熱流力實驗

## 實驗 6. 真空抽氣性能實驗

指導教授：周榮源老師

班 級：四設四乙

學 生：詹耀賢 41023241

陳璿維 41023228

葉桓亞 41023240

莊雨薰 41023203

陳靚芸 41023205

組 別：第5組

## 目錄

實驗目的-----	3
儀器與設備-----	4
實驗原理-----	5
實驗步驟-----	7
實驗結果-----	9
參考文獻-----	11

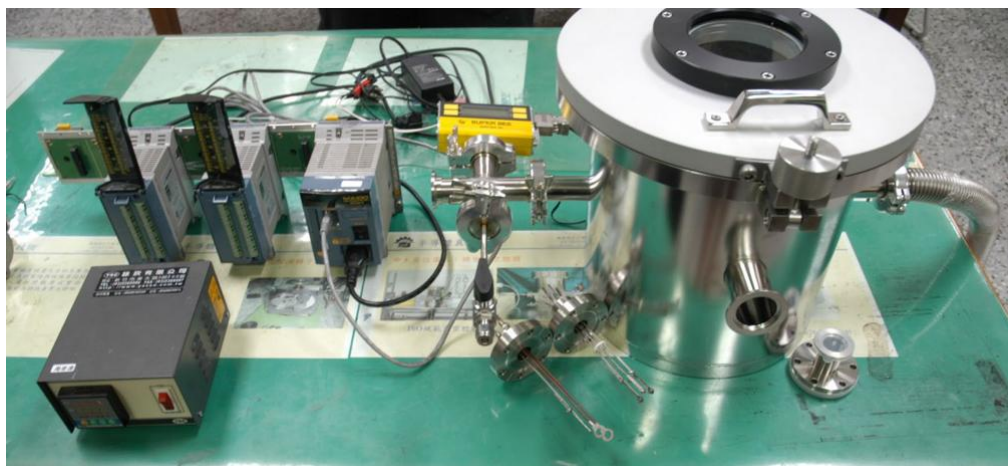
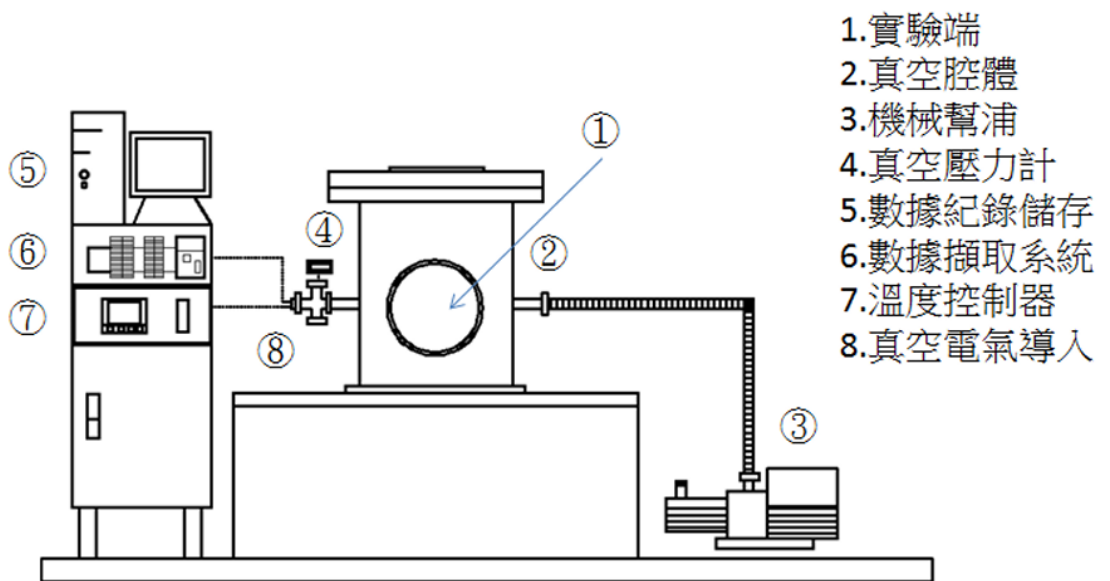
## 一、 實驗目的

本實驗的主要目的是

1. 學習真空技術的基本原理、設備與操作方法。
2. 評估真空幫浦在不同條件下的性能，包括抽真空速率和壓力變化。
3. 探討真空系統的漏氣檢測方法。
4. 記錄和分析實驗數據，了解不同參數對真空系統性能的影響。
5. 為真空技術在工程應用中的實現提供基礎。

## 二、儀器與設備

1. 自製真空系統乙套
2. 水氣 Trap 乙個
3. 計時器乙個
4. 水盤乙個
5. 吸水紙數張
6. 精密天平乙台



### 三、實驗原理

#### 1. 真空的概念

真空是指系統內的壓力低於大氣壓力的狀態，分為低真空、高真空和超高真空。

透過真空幫浦移除系統中的氣體，達到所需的真空度。

#### 2. 抽真空過程的基本原理

真空幫浦利用機械或物理的方式抽除氣體，使系統壓力逐漸下降。

在抽真空過程中，壓力隨時間呈指數下降，依賴於系統的體積、幫浦的抽氣速率以及氣體導流特性。

#### 3. 壓力變化模型

抽真空過程中的壓力變化可以表示為：

$$P(t) = P_0 e^{-\frac{S}{V}t}$$

其中：

- $P(t)$ : 時間  $t$  時的壓力
- $P_0$ : 初始壓力
- $S$ : 幫浦的抽氣速率
- $V$ : 系統的體積

#### 4. 漏氣檢測

真空系統中可能存在微小漏氣，影響真空性能。

使用壓力觀察法和酒精測試法檢測系統的密封性。

## 5. 壓力測量

壓力分為穩態壓力和暫態壓力：

**穩態壓力：**系統達到穩定時的最低壓力。

**暫態壓力：**抽真空過程中壓力隨時間的變化。

使用真空計測量不同開度下的壓力變化，分析壓力曲線。

## 6. 等效氣導 (Conductance)

系統中管路的氣體導通性影響抽氣效率，等效氣導可用公式計算，表示管路對氣體流動的限制程度。

### 真空氣導(conductance)

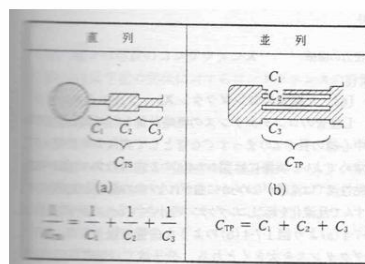
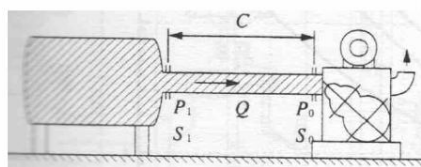


表1-7-1 粘性流，分子流の円管コンダクタンス：長さ  $l$  (m)，直径  $d$  (m)，平均压力  $\bar{P} = (P_1 + P_2)/2$  (Pa)，20℃の空気について

粘性流	分子流
$\bar{P}d > 0.8$ (Pa·m) $[\bar{P}d > 0.6$ (Torr·cm)] の領域で気体分子の平均自由行程が管径 $d$ に比べて小さく気体分子同士が衝突しあい流れに影響を与える。	$\bar{P}d < 0.02$ (Pa·m) $[\bar{P}d < 0.015$ (Torr·cm)] の領域で気体分子の平均自由行程が管径 $d$ に比べて大きく気体分子は他の分子とぶつからずほとんど管壁にだけ衝突しながら流れる。
$C = 1349 \frac{d^4}{l} \bar{P}$ (m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )	$C = 121 \frac{d^3}{l}$ (m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )

### 過渡流(transitional flow)

$$C = 121 \frac{d^3}{l} J(\bar{P}d)$$

$$J(\bar{P}d) = \frac{1 + 201(\bar{P}d) + 2647(\bar{P}d)^2}{1 + 236(\bar{P}d)}$$

## 四、實驗步驟

### 1. 真空系統組裝：

(1)以擦拭紙沾酒精將所有 0-ring 及封合面清潔乾淨，並檢察有無損傷。

(2)依照示意圖與實體圖將所有 KF25 接頭包括 0-ring 鎖緊(要對準不可太用力，避免將 0-ring 壓傷)，完成真空系統組裝。

### 2. 簡易測漏方法：

(1)開啟真空幫浦，並注意真空計之讀值，若壓力一直無法下降，則立刻關閉真空幫浦電源。

(2)檢查各個接頭有無確實鎖好，必要時拆開接頭重新鎖緊。

(3)當真空幫浦能順暢運作後，觀察真空計之讀值能一直往下降，表示抽真空功能正常。

(4)關閉真空幫浦電源準備進行後續實驗。

### 3. 真空壓力量測：

(1)將真空幫浦進氣口位置之 NW25 Angle valve 開度調整為 1/4。  
注意 Vent valve 是否確實關緊。

(2)準備好可以計時之計時器，啟動真空幫浦，每 5 秒紀錄真空計之壓力讀數與時間，總計錄時間為 10 分鐘。

(3)重複(2)之動作，直到讀數不再變化(約 20 分鐘後達到穩態後)

為止。記錄下最後壓力讀數，此為終極壓力。

(4)將真空幫浦關閉，接著打開 Vent valve 讓腔體內外壓力達到平衡為止。此時真空計讀數應為 1atm(760Torr)左右。

(5)調整 NW25 Angle valve 開度調整為其他開度，並重複上述步驟進行實驗。注意 Vent valve 是否確實關緊。

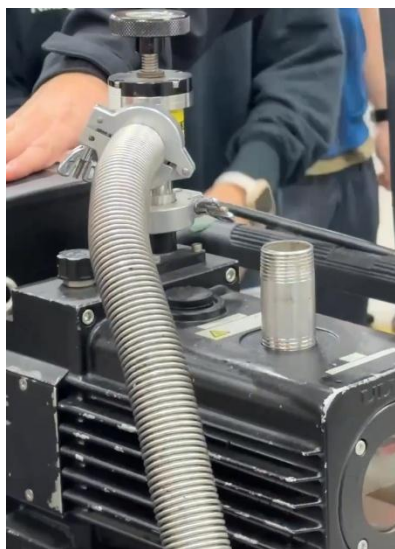
(6)完成後關閉真空幫浦，接著打開 Vent valve 讓腔體內外壓力達到平衡為止。



## 五、實驗結果

實驗數據：

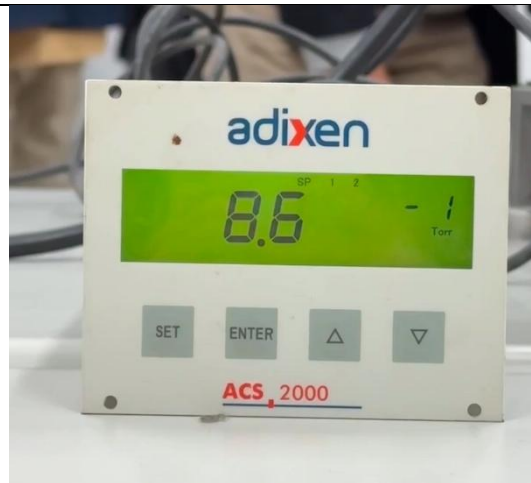
Pumping down:		(Pumping 前10min之壓力降，以每5sec記錄乙筆)			
Valve 1/4 open		Valve 1/2 open		Valve full open	
時間 (t)	真空度 (P)	時間 (t)	真空度 (P)	時間 (t)	真空度 (P)
sec	Torr	sec	Torr	sec	Torr
5		5	9.8	5	9.9
10		10	8.4	10	8.1
		15	7.9	15	7.1
		20	7.4	20	6.9
		25	7.1	25	6.8
		30	6.9		
		35	6.8		
		40	6.7		



機械幫浦 將真空幫浦啟動



最高數值



10 秒數值



15 秒數值



35 秒數值



40 秒數值

## 六、參考資料

無