

# 104 學年度第 1 學期

## 機械工程實驗(二)

### 流體力學實驗 實驗報告

實驗項目:實驗四 送風機性能實驗

班 級:四自控四甲

第 三 組	學號	姓名
1.	4A112044	龔兆廷
2.	4A112046	謝承恩
3.	4A112047	陳俊翔
4.	4A112048	薛仰亨
5.	4A112049	黃羽德
6.	4A112050	董致昇
7.	4A112062	林崇宇
8.	4A112063	鄭裕耀

報告撰寫人: 學號:4A112050 姓名:董致昇

實驗日期:104 10 20

報告交出日期:104 10 27

分數:

## 一、目的

了解送風壓力、風量、功率、效率等之意義，並經由實驗量取數據，繪製送風之性能圖。

## 二、試驗儀器及設備

送風機採用 2HP 離心多翼式、無吸風管式裝置，再出風口處設置不鏽鋼圓錐體調節風量之大小。風管內徑 300mm、長 3m，隔板前後分別用皮托管測試全壓、靜壓及動壓。無段變速馬達，可使送風機之轉數由 0rpm 至 1500rpm 變化。

## 三、實驗步驟

1. 先檢查傾斜式壓力計之液面是否歸零位置。
2. 開機時由電氣控制箱內將電源開關切入 ON，箱面綠色指示燈即亮。
3. 運轉送風機時，由箱面 ON 按鈕一按，啟動送風機馬達，紅色指示燈亮。旋轉轉速控制鈕可將轉速增至欲進行之轉速。電流表、功率計亦同時動作，指示運轉電流與輸入功率(此時電流隨風壓轉速而變化大小)。
4. 將風管末端的風量調節器拉開遠離風口，減少阻力可以使風量變大。移動調節器可改變排風量。以皮托管測定流動空氣之總壓、動壓及靜壓。

5. 改變轉速，重複 4 之步驟。
6. 實驗完畢，關掉電源(電氣控制箱內 OFF 開關切掉)。
7. 使用中若馬達突然停止運轉，檢查控制迴路之保險絲(FUSE)、電壓是否正常、無熔絲開關(N.F.B)是否跳脫(路線受到傷害、破損、短路)或瞬時停電或瞬時降壓。若電磁開關過載保護器(O.C.R)自動跳脫，此時需稍隔 3 分鐘左右，再將電磁開關(O.C.R)按鈕一按，即可重新恢復操作。
8. 保險絲(FUSE)是微玻璃管型，3A 容量，換裝時不可加大。

## 四、實驗原理

### 1. 概說

空氣機械依產生空氣之壓力高低可分為風扇、送風扇、壓縮機，以及空氣原動機。風扇、送風扇及壓縮機乃是由外部供給能量給空氣或使氣體體積壓縮而升高其壓力，其作動原理或機構基本上相似，但是氣體因具有壓縮性(1 大氣壓下，空氣密度約水之 1/800)，故在壓縮或膨脹時，氣體溫度會發生變化。

空氣原動機則是將高壓氣體膨脹成低壓狀態，而是空氣中所具有之能量轉換為機械能，如空氣輪機、氣壓馬達及風車等。

### 2. 風機之分類

- (1) 低壓：(a)風扇：壓力在 0-100kPa 之間，又分為離心式(前向、徑

向、後向)、軸流式、橫流式及斜流式等。

(b)送風機：壓力在 10-100kPa 之間，又分成離心式、軸流式、斜流式、旋轉式(轉子式、螺旋式、輪葉式、擺件式)及渦流式等。

(2) 高壓：稱為壓縮機，壓力在 100kPa 以上，亦即壓力比 2 以上，又分為離心式、軸流式、斜流式、旋轉式(轉子式、螺旋式、輪葉式、擺件式)及往復式等。

### 3. 原理分析

理想氣體之狀態方程式為

$$Pv = RT$$

P:氣體之絕對壓力,Pa(=  $N/m^2$ )

v:氣體之比容,  $m^3/kg$

R:氣體常數,(空氣R = 0.287kJ/kg · K)

T:絕對溫度,K

以皮托管量測空氣流速是最常用之方法。

由伯努利方程式可得到

$$V_1 = \sqrt{\frac{2P_V}{\rho_1}} \quad P_V = P_T - P_S$$

$P_T$ :總壓,  $P_a$

$P_S$ :靜壓,  $P_a$

$P_V$ :動壓,  $P_a$

$\rho_1$ :空氣密度,  $kg/m^3$

## 風量之計算

$$Q = AV_1 \cdot 60(m^3/min)$$

## 動力之計算

### 1. 總壓空氣動力

$$L_T = \frac{P_T Q}{60 \times 1000} (kW)$$

### 2. 靜壓空氣動力

$$L_S = \frac{P_S Q}{60 \times 1000} (kW)$$

## 效率之計算

輸入功率 L 可由功率錶上讀取

### 1. 總壓效率

$$\eta_T = \frac{L_T}{L} \times 100\%$$

### 2. 靜壓效率

$$\eta_S = \frac{L_S}{L} \times 100\%$$

## 空氣標準吸氣狀態

送風機除特別註明者外，皆以溫度 20°C，絕對壓力 760mmHg，相對溼度 50%之條件為空氣之標準吸氣狀態。

此時空氣之密度為  $\rho = 1.2\text{kg}/\text{m}^3$

## 五、計算過程

### 1. 實驗數據:

大氣壓力：750.3      溫度：23.41°C      日期：104/10/20

轉速：1320 RPM      電壓：121 V      電流：5 A      輸入功率：1.1kW

量測點	靜壓 P <sub>S</sub> (mm 液柱)	總壓 P <sub>T</sub> (mm 液柱)	動壓 P <sub>V</sub> (=P <sub>T</sub> -P <sub>S</sub> ) (mm 液柱)
1	3.8	17	13.2
2	3.8	17	13.2
3	3.6	17	13.4
4	3.6	17	13.4
5	3.6	17	13.4
6	3.4	17	13.6
7	3.4	17	13.6
8	3.6	18	13.4
平均值	3.6	17.13	13.4

### 2. 計算過程:

空氣密度

$$\rho = \frac{P}{RT} = \frac{750.3 \times 13.6 \times 9.8}{287(273 + 23.41)} = 1.176(\text{kg}/\text{m}^3)$$

風管內平均風速

$$V_1 = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{\rho}} = \sqrt{\frac{2 \times 9.8 \times 13.4 \times 0.826}{1.176}} = 13.59(\text{m}/\text{s})$$

風量

$$Q = AV_1 \cdot 60 = \frac{\pi}{4} \times 0.3^2 \times 13.59 \times 60 = 57.61(\text{m}^3/\text{min})$$

總壓空氣動力

$$L_T = \frac{P_T Q}{60 \times 1000} = \frac{17.13 \times 0.826 \times 9.8 \times 57.61}{60 \times 1000} = 0.133(kW)$$

靜壓空氣動力

$$L_S = \frac{P_S Q}{60 \times 1000} = \frac{3.6 \times 0.826 \times 9.8 \times 57.61}{60 \times 1000} = 0.028(kW)$$

總壓效率

$$\eta_T = \frac{L_T}{L} \times 100\% = \frac{0.133}{1.1} \times 100\% = 12.09\%$$

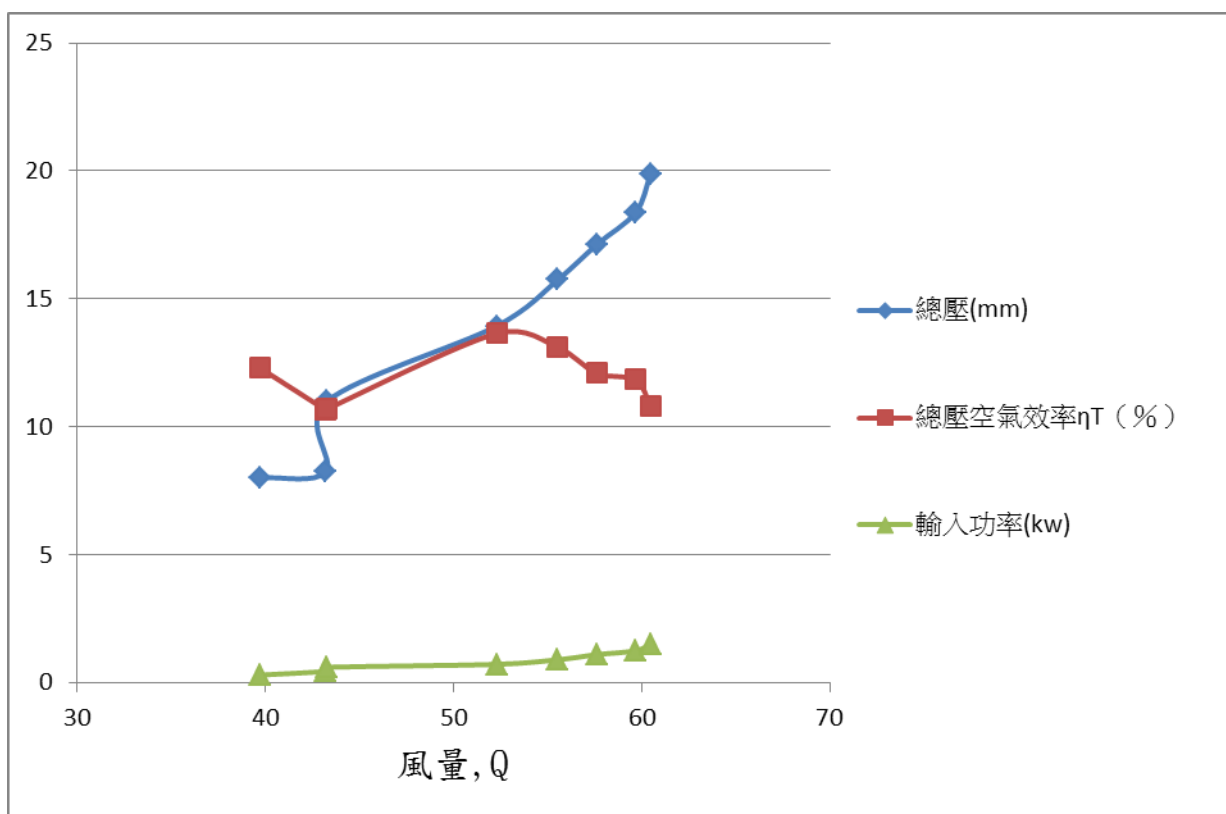
靜壓效率

$$\eta_S = \frac{L_S}{L} \times 100\% = \frac{0.028}{1.1} \times 100\% = 2.55\%$$

3. 計算結果:

項目	970 RPM	1040 RPM	1110 RPM	1180 RPM	1250 RPM	1320 RPM	1390 RPM	1460 RPM
平均總壓 $P_T$ (mm 液柱)	8	8.25	11	13.94	15.75	17.13	18.38	19.88
平均靜壓 $P_S$ (mm 液柱)	1.6	2	2.425	2.875	3.275	3.6	3.96	4.963
平均動壓 $P_V$ (mm 液柱)	6.4	7.58	7.575	11.06	12.48	13.4	14.41	14.91
空氣密度 $\rho$ ( $kg/m^3$ )	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.18	1.18

平均風速 $V$ (m/s)	9.37	10.2	10.2	12.33	13.09	13.6	14.07	14.26
風量 $Q$ ( $m^3/min$ )	39.7	43.2	43.26	52.28	55.53	57.61	59.67	60.46
靜壓空氣動力 $L_S$ (kW)	0.086	0.011	0.014	0.020	0.025	0.028	0.032	0.040
總壓空氣動力 $L_T$ (kW)	0.042	0.048	0.064	0.098	0.118	0.133	0.148	0.162
輸入電壓 (V)	60	73	75	98	106	121	138	150
輸入電流 (A)	4	4	4.3	4.9	5	5	5.5	6
輸入功率 $L$ (kW)	0.3	0.45	0.6	0.72	0.9	1.1	1.25	1.5
靜壓空氣效率 $\eta_s$ (%)	2.52	2.44	2.37	2.82	2.72	2.55	2.56	2.699
總壓空氣效率 $\eta_T$ (%)	12.3	10.66	10.7	13.65	13.11	12.09	11.84	10.81





## 六、結果與討論

1.空氣機械運轉時，噪音是一項令人厭煩之伴隨產物，為什麼會有這種現象？

Ans:

因為空氣機械在運轉時空氣會在機械內快速的流動，會使機械產生振動而產生噪音，而當機械設計不夠精良機構間有不必要的縫隙時會產生噪音，例如：軸承的精密度不足產生產生噪音、齒輪及皮帶之間會因摩擦產生噪音。

2.當在非標準狀態下實驗時，所得到之各種數據、結果應如何去修正為標準狀態?你在實驗所得到之風量換算為標準狀態是多少?

Ans:

標準狀態的大氣溫度 20°C，絕對壓力 760mmHg，相對溼度 50%之條件為空氣之標準吸氣狀態，此時狀態稱為 STP。

空氣密度：

$$\rho = \frac{P}{RT} = \frac{750.3 \times 13.6 \times 9.8}{287(273 + 23.41)} = 1.176(\text{kg}/\text{m}^3)$$

流量：

$$Q_{STP} = \frac{273 + 20}{273 + T_d} \times \frac{\frac{P_T}{13.6} + P_d}{760} \times Q$$
$$Q_{STP} = \frac{273+20}{273+23.41} \times \frac{\frac{17.13}{13.6}+750.3}{760} \times 57.61 = 56.29$$