

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 4 組	學號	姓名
1.	4a112064	吳冠毅
2.	4a112065	張立寰
3.	4a112068	劉耀瑞
4.	4a112072	蕭偉辰
5.	4a112074	陳冠哲
6.	4a112079	郭哲宇
7.	4a112080	黃建豪
8.	4a112081	馮世徨
9.	4a112087	歐陽介晟

報告撰寫人：學號：4A112068 姓名：劉耀瑞

實驗日期：104 10 20

報告交出日期：104 10 27 分數：

一、 目的：

瞭解送風機運轉時空氣流量、壓力、風速及效率之量測、計算，並繪出其性能曲線圖。

二、 設備：

1. 控制箱、儀錶、量測系統
2. 離心式送風機、風管

三、 實驗步驟：

1. 檢查阻風錐在全開位置，轉速控制鈕，全壓、動壓計均歸零。
2. 將電源開關 ON，馬達開關 ON 後，將轉速控制鈕順時針方向緩轉至顯示所欲操作之轉速。
3. 待風管內空氣流動穩定後，量取電壓、電流、功率、溫度值，並將皮托管與軸心線平行下，深入風管內，依刻度逐次深入，量取全壓、動壓與靜壓值。
4. 改變阻風錐之位置，進行定轉速下不同流量之實驗。
5. 改變轉速後，重複(3)-(4)之步驟。
6. 實驗全部完成後，將阻風錐回復全開位置，轉速控制鈕歸零，最後馬達 OFF，電源 OFF。

四、 實驗原理：

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_1 V_1^2 + \rho_1 g z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_2 V_2^2 + \rho_2 g z_2$$

$$P_s + \frac{1}{2} \rho_1 V_1^2 = P_2 = P_T$$

$$\frac{1}{2} \rho_1 V_1^2 = P_T - P_s = P_v$$

$$\Rightarrow V_1 = \sqrt{\frac{2P_v}{\rho_1}}$$

P_T : 總壓, Pa

P_s : 靜壓, Pa

P_v : 動壓, Pa

ρ_1 : 空氣密度, kg/m^3

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

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

$$L_s = \frac{P_s Q}{60 \times 1000} (kW)$$

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

$$\eta_s = \frac{L_s}{L} \times 100$$

五、 計算過程:

1. 實驗數據:

大氣壓力： 752.3 mmHg

溫度：23.41 °C

日期：10/27

轉速： 1060 RPM

電壓： 80 V

電流： 4.5 A

輸入功率： 0.5 kW

量測點	靜壓 P_s (mm 液柱)	總壓 P_T (mm 液柱)	動壓 $P_v(=P_T-P_s)$ (mm 液柱)
1	2.2	10	7.8
2	2.2	12	9.8
3	2.3	10	7.7
4	2.2	11	8.8
5	2.2	11	8.8
6	2.1	11	8.9
7	2.2	11	8.8
8	2.4	11	8.6
平均值	2.225	10.875	8.65

2. 計算過程:

空氣密度

$$\rho = \frac{P}{RT} = \frac{752.3 \times 13.6 \times 9.8}{287 \times (273 + 23.41)} = 1.178 (\text{kg}/\text{m}^3)$$

風管內平均風速

$$V_1 = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{\rho}} = \sqrt{\frac{2 \times 9.8 \times 8.65 \times 0.826}{1.178}} = 10.9$$

風量

$$Q = AV_1 \cdot 60 = \frac{\pi}{4} \times 0.3^2 \times 10.9 \times 60 = 46.2$$

總壓空氣動力

$$L_T = \frac{P_T Q}{60 \times 1000} = \frac{10.875 \times 0.826 \times 9.8 \times 46.2}{60 \times 1000} = 0.067$$

靜壓空氣動力

$$L_S = \frac{P_S Q}{60 \times 1000} = \frac{2.225 \times 0.826 \times 9.8 \times 46.2}{60 \times 1000} = 0.013$$

總壓效率

$$\eta_T = \frac{L_T}{L} \times 100\% = \frac{0.067}{0.5} \times 100\% = 13.4\%$$

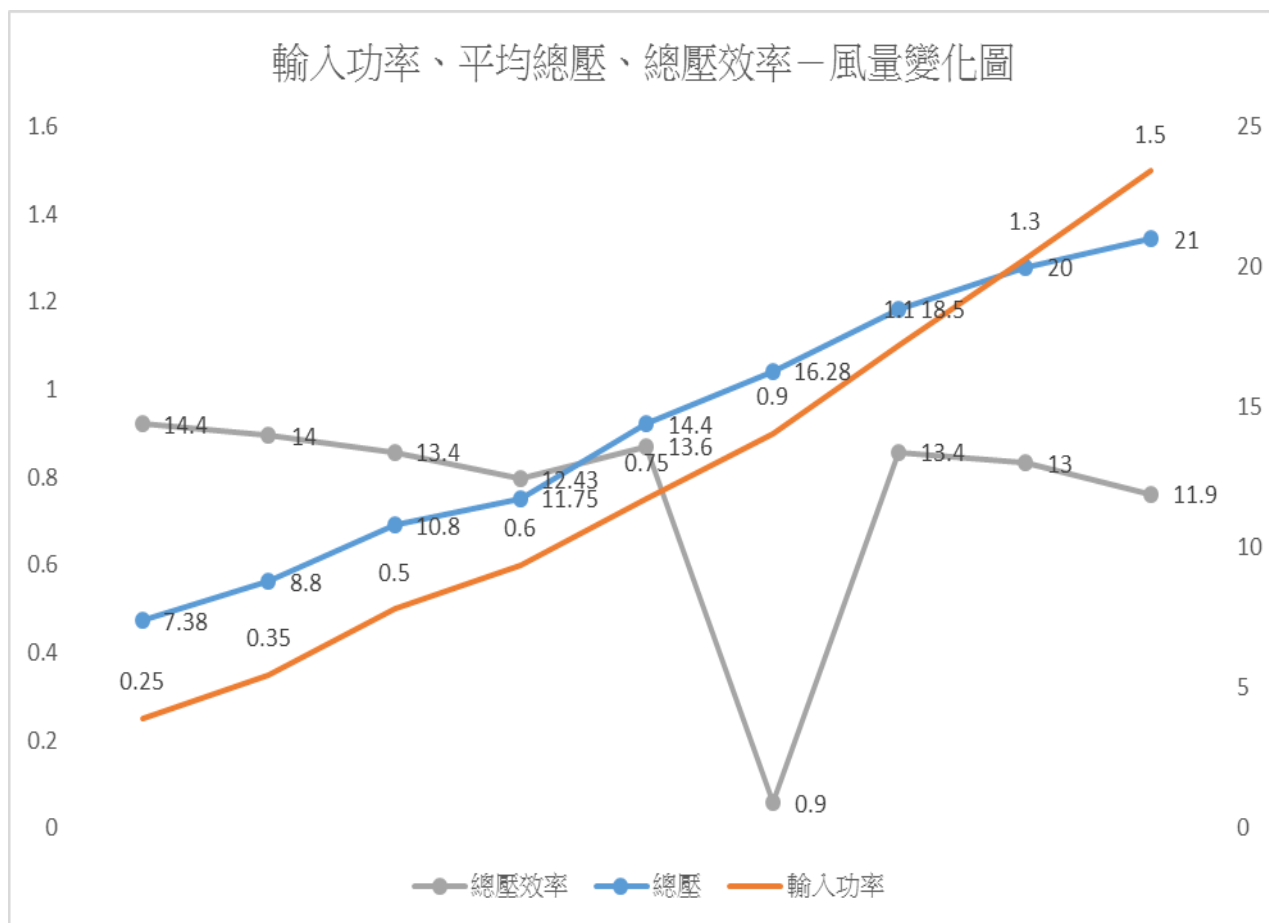
靜壓效率

$$\eta_S = \frac{L_S}{L} \times 100\% = \frac{0.013}{0.5} \times 100\% = 2.6\%$$

3. 計算結果:

項目	920 RPM	990 RPM	1060 RPM	1130 RPM	1200 RPM	1270 RPM	1340 RPM	1410 RPM	1480 RPM
平均總壓 P_T (mm 液柱)	7.38	8.8	10.8	11.75	14.4	16.28	18.5	20	21
平均靜壓 P_S (mm 液柱)	1.28	1.78	2.22	2.7875	2.88	3.3	2.25	4.075	4.5
平均動壓 P_v (mm 液柱)	5.425	7.08	8.65	8.9625	11.5	12.98	14.4	15.925	16.5
空氣密度 ρ (kg/m^3)	1.178	1.178	1.178	1.1786	1.178	1.178	1.178	1.1786	1.178

平均風速 V (m/s)	8.63	9.86	10.9	11.096	12.5	13.35	14.06	14.79	15
風量 Q (m^3/min)	36.5	41.79	46.2	47.06	52.9	56.6	59.6	62.727	63.5
靜壓空氣動力 L_s (kW)	0.0063	0.01	0.013	0.0177	0.02	0.0251	0.018	0.0344	0.038
總壓空氣動力 L_r (kW)	0.036	0.049	0.067	0.0746	0.102	0.124	2.148	0.1692	0.179
輸入電壓 (V)	55	65	80	89	101	115	125	140	150
輸入電流 (A)	4	4	4.5	4.5	4.9	5.2	5.5	5.8	6
輸入功率 L (kW)	0.25	0.35	0.5	0.6	0.75	0.9	1.1	1.3	1.5
靜壓空氣效率 η_s (%)	2.52	2.85	2.6	2.95	2.66	2.78	5.2	2.68	2.53
總壓空氣效率 η_r (%)	14.4	14	13.4	12.43	13.6	0.9	13.4	13	11.9



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？

1. 因葉片迴轉而產生噪音

葉片旋轉時會與空氣產生摩擦，或發生衝擊。轉速愈快，接觸空氣頻率愈高，其噪音愈尖銳。葉片之寬度或厚度增加，此現象更為明顯。噪音的頻率是由多種頻率複合而成，這些頻率均與風機之轉速有關。軸流風機若有動翼與靜翼的配置時，兩者之葉片數最好不等，以免造成更大的噪音共鳴。但無論是軸流式或離心式風機，凡是風速快的、風壓高的，其產生之噪音也大。

2. 因葉片產生渦流時也會產生噪音

在風機運轉期間，其動翼之背面會產生渦流，此渦流不但會降低風機的效率，而且會產生噪音。為減低此現象，葉片的安裝角不得過大，且扇葉彎曲需平滑，切勿突然變化太大。

3. 因亂流而產生噪音

空氣在流動時，若碰到尖銳的障礙物，極易發生亂流。此亂流雖然與渦流的情況不同，同樣會產生噪音，或頻率甚高的嘯音，對風機而言亦會造成效率損失。

4. 與風管外殼產生共振而發生噪音

風管與風機外殼的內面接縫處要平整，避免粗糙不平，造成撕裂聲。而由於接連的管路會產生共振，使細微的聲音變大，造成更大的噪音。在設計時，有時可以在風管外面覆以防音材料，可以降低噪音。

5. 風機以外引起的噪音

除風機本身的固定噪音外，尚有許多噪音源，諸如：軸承因精密度不足，裝配不當或維護不佳會造成異常噪音。馬達部份也會產生噪音，有些是設計不良或製造品控不佳所造成，但有時是馬達之內外冷卻扇造成。齒輪及皮帶亦會因摩擦產生噪音。其他構造物之共振所產生之噪音亦不可忽視，這有時是由於機體不平衡所致。

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？

送風機除特別註明者外，標準皆以溫度 20° ，絕對壓力 760mmHg，相對濕度 50%之條件為空氣標準吸氣狀態。此時空氣之密度為 $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ ，此時狀態稱為 STP。

藉由標準風量公式：Td:大氣溫度 PT:總壓 Pb:大氣壓力 Q5:計算所得之風量

流體力學實驗報告

$$Q_{STP} = \frac{273 + 20}{273 + T_d} \times \frac{P_T / 13.6 + P_b}{760} \times Q$$

由實驗數據得知 $T_d = 23.41$, $P_T = 10.8$, $P_b = 752.3$, $Q = 46.2$ 代入運算

$$Q_{STP} = \frac{273 + 20}{273 + 23.41} \times \frac{10.8 / 13.6 + 752.3}{760} \times 46.2 = 45.25$$