

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 五 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	黃健豪
8.	4A112081	馮世徨
9.	4A112087	歐陽介晟

報告撰寫人：學號：4A112065 姓名：張立寰

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、 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，在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，可使送風機之轉速由 0rpm 至 1500rpm 變化。

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，伸入風管內，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：

1. 概說：空氣機械依產生空氣之壓力高低可分為風扇、送風機、壓縮機，以及空氣原動機。風扇、送風機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，其動作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空氣膨脹成低壓狀態，而使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0-10kpa，又分成離心式(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，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，又分成離心式、軸流式、旋轉式(轉子式、螺旋式、輪葉式、擺件式)及往復式等。

五、 計算過程：

1. 實驗數據

大氣壓力：752.3 mm-Hg 溫度：23.41°C 日期：104.10.20

轉速：990 RPM 電壓：65 V 電流：4 A 輸入功率：0.35 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	8	6
2	2	9	7
3	1.8	9	7.2
4	1.8	9	7.2
5	1.8	9	7.2
6	1.7	9	7.3
7	1.6	9	7.4
8	1.6	9	7.4
平均值	1.78	8.8	7.08

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

$$V = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{\rho}} = \sqrt{\frac{2 \times 9.8 \times 7.08 \times 0.826}{1.178}} = 9.86(\text{m}/\text{s})$$

風量

$$Q = AV \cdot 60 = \frac{\pi}{4} \times 0.3^2 \times 9.86 \times 60 = 41.79(\text{m}^3/\text{min})$$

靜壓空氣動力

$$L_S = \frac{P_S Q}{60 \times 1000} = \frac{1.78 \times 0.826 \times 9.8 \times 41.79}{60 \times 1000} = 0.01(\text{kW})$$

總壓空氣動力

$$L_T = \frac{P_T Q}{60 \times 1000} = \frac{8.8 \times 0.826 \times 9.8 \times 41.79}{60 \times 1000} = 0.049(kW)$$

靜壓空氣效率

$$\eta_s = \frac{L_s}{L} \times 100\% = \frac{0.01}{0.35} \times 100\% = 2.85\%$$

總壓空氣效率

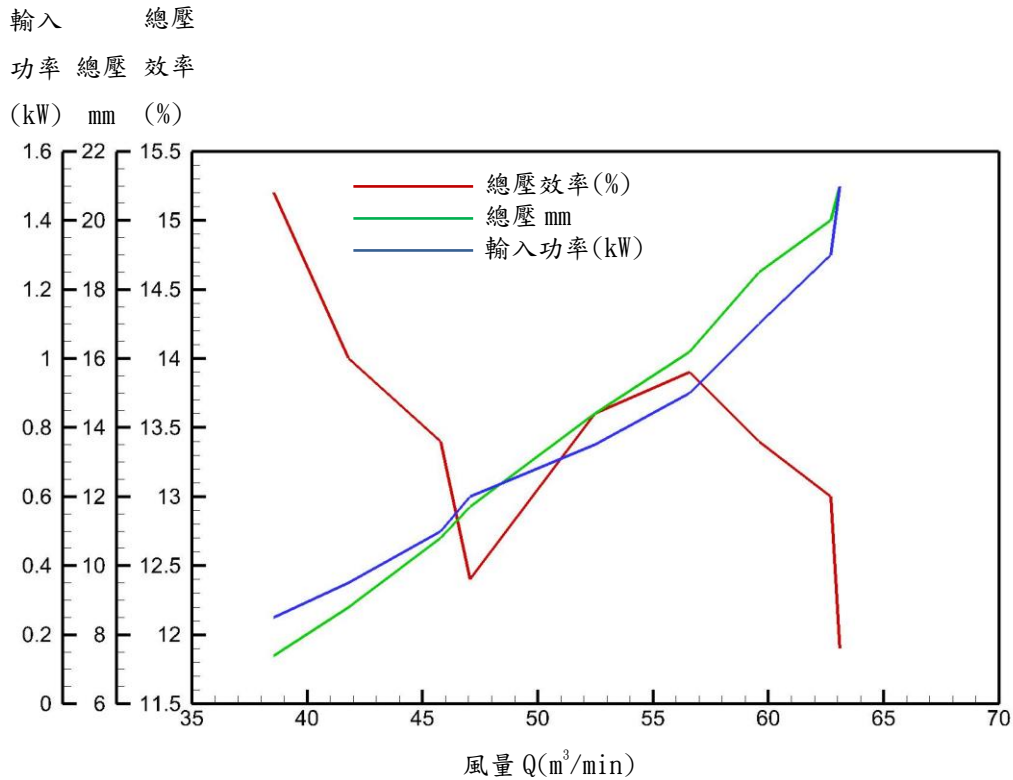
$$\eta_T = \frac{L_T}{L} \times 100\% = \frac{0.049}{0.35} \times 100\% = 14\%$$

3. 實驗結果

項目	920 RPM	990 RPM	1060 RPM	1130 RPM	1200 RPM	1270 RPM	1340 RPM	1410 RPM	1480 RPM
平均總壓 PT (mm 液柱)	7.38	8.8	10.8	11.7	14.4	16.2	18.5	20	21
平均靜壓 PS (mm 液柱)	1.28	1.78	2.22	2.78	2.88	3.3	2.25	4.07	4.5
平均動壓 PV (mm 液柱)	5.425	7.08	8.65	8.96	11.5	12.98	14.4	15.9	16.5
空氣密度 ρ (kg/m ³)	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178
平均風速 V (m/s)	8.63	9.86	10.9	11	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	62.7	63.1
靜壓空氣動力 L _s (kW)	0.036	0.01	0.013	0.017	0.02	0.025	0.018	0.034	0.038
總壓空氣動力 L _T (kW)	0.0063	0.049	0.067	0.074	0.102	0.124	0.148	0.169	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 (%)	14.4	2.85	2.6	2.95	2.66	2.78	5.2	2.68	2.53
總壓空氣效率 η_T (%)	2.52	14	13.4	12.4	13.6	13.9	13.4	13	11.9

4. 送風機性能圖



六、 問題與討論：

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：

旋轉之葉片與空氣摩擦或衝擊，當轉速提高時，所發出的噪音就越尖銳，由於接觸空氣的頻率上升而導致，接觸空氣的頻率多寡來自送風機轉速的快慢，而當葉片厚度加寬時，噪音現象更為明顯，無論各式各樣的送風機只要轉速提高，風壓就會上升，所生成之噪音也會上升。

(2) 因葉片生成渦流產生噪音：

在送風機運轉時，動翼的背面會產生渦流現象，此現象便是產生噪音與降低效率的主要原因，降低此現象的方法便是將葉片設計彎曲平滑，安裝角變小。

(3) 因紊流而產生噪音：

當送風機運轉，空氣流動時碰觸到障礙物產生紊流而產生噪音，此噪音之頻率較渦流來的高，也會使送風機的效率損失。

(4) 軸承配合不佳或維護沒做好。

(5) 齒輪與皮帶的摩擦。

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？

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 1.2kg/m^3 ，此時狀態稱為STP。藉由標準風量公式：

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

Q：風量

P：大氣壓力

Td：大氣溫度

$\frac{P_r \times 0.826}{13.6}$ ：總壓

(水銀密度比重：13.6、紅藥水密度比重：0.826)

3. 你在實驗所得到之風量換算為標準狀態是多少？

$$Q_{\text{Stp}} = \frac{273 + 20}{273 + 23.41} \times \frac{\left(\frac{8.8}{13.6}\right) + 752.3}{760} \times 41.79 = 40.92(\text{m}^3/\text{min})$$