

103 學年度第 2 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.	4A112091	鄭暉翰
2.	4A112093	何姍蓉
3.	4A112100	陳煒志
4.	4A112103	柯旭璟
5.	4A112104	江彥平
6.	4A112107	李翊禎
7.	4A112108	鄭明峰
8.	4A112115	卜瑋康
9.	4A112116	姚元傑

報告撰寫人：學號：4A112093 姓名：何姍蓉

實驗日期：104 10 13

報告交出日期：104 10 19 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、 試驗紀錄表：

1. 實驗數據

大氣壓力：762.7 mm-Hg 溫度：25.12°C 日期：104.10.13

轉速：969 RPM 電壓：60 V 電流：4 A 輸入功率：0.3 kW

量測點	靜壓 P_s / γ (mm 液柱)	總壓 P_T / γ (mm 液柱)	動壓 $P_v / \gamma = \Delta h$ $= (P_T - P_s) / \gamma$ (mm 液柱)
1	1.8	8.5	6.7
2	1.8	9	7.2
3	1.6	9	7.4
4	1.6	9	7.4
5	1.6	9	7.4
6	1.4	9	7.6
7	1.4	9	7.6
8	1.4	8	6.6
平均值	1.575	8.81	7.24

2. 計算過程

空氣密度

$$\rho = \frac{P}{RT} = \frac{762.7 \times 13.6 \times 9.8}{287 \times (273 + 25.12)} = 1.188(\text{kg/m}^3)$$

風管內平均風速

$$V = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{\rho}} = \sqrt{\frac{2 \times 9.8 \times 7.24 \times 0.826}{1.188}} = 9.93(\text{m/s})$$

風量

$$Q = AV \cdot 60 = \frac{\pi}{4} \times 0.3^2 \times 9.93 \times 60 = 42.11(m^3/min)$$

靜壓空氣動力

$$L_S = \frac{P_S Q}{60 \times 1000} = \frac{0.826 \times 1.575 \times 9.8 \times 42.11}{60 \times 1000} = 8.95 \times 10^{-3}(kW)$$

總壓空氣動力

$$L_T = \frac{P_T Q}{60 \times 1000} = \frac{8.81 \times 0.826 \times 9.8 \times 42.11}{60 \times 1000} = 0.05(kW)$$

靜壓空氣效率

$$\eta_s = \frac{L_S}{L} \times 100\% = \frac{0.00895}{0.3} \times 100\% = 2.98\%$$

總壓空氣效率

$$\eta_T = \frac{L_T}{L} \times 100\% = \frac{0.05}{0.3} \times 100\% = 16.66\%$$

送風機性能實驗結果

項目	900 RPM	969 RPM	1110 RPM	1180 RPM	1250 RPM	1320 RPM	1390 RPM	1460 RPM
平均總壓 PT (mm 液柱)	7.2	8.81	12.9	15	16.25	18	19.625	20.9
平均靜壓 PS (mm 液柱)	1	1.575	2.45	2.88	3.15	3.475	4.025	4.14
平均動壓 PV (mm 液柱)	6.2	7.24	10.4	12.12	13.1	14.525	15.6	16.7
空氣密度 ρ (kg/m ³)	1.188	1.188	1.188	1.188	1.188	1.188	1.188	1.188
平均風速 V (m/s)	9.19	9.93	11.9	12.85	13.36	14.07	14.58	15.1
風量 Q (m ³ /min)	38.95	42.11	50.4	54.47	56.67	59.67	61.835	64

靜壓空氣動力 L_s (kW)	0.00525	0.00895	0.0166	0.0212	0.1242	0.028	0.0335	0.0357
總壓空氣動力 L_T (kW)	0.037	0.05	0.088	0.11	0.024	0.144	0.163	0.18
輸入電壓 (V)	50	60	80	100	110	120	140	150
輸入電流 (A)	4	4	4.5	5	5	5.4	5.5	6
輸入功率 L (kW)	0.25	0.3	0.6	0.7	0.9	1.1	1.25	1.5
靜壓空氣效率 η_s (%)	2.1	2.98	2.77	3.02	2.27	2.5	2.68	2.38
總壓空氣效率 η_T (%)	14.8	16.66	14.62	15.7	13.78	13	13.04	12

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：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) 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/m³，此時狀態稱為STP。

藉由標準風量公式：

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

(T_d:大氣溫度 PT:總壓 Pb:大氣壓力 Q:計算所得之風量)

3. 你在實驗所得到之風量換算為標準狀態是多少？

$$Q_{\text{Stp}} = \frac{273 + 20}{273 + 25.12} \times \frac{\left(\frac{8.81}{13.6}\right) + 762.7}{760} \times 42.11 = 41.56(\text{m}^3/\text{min})$$