

送風機設計法

沈頌文編譯

啓學出版社 印行

送風[]法

沈頌文編譯

啓學出版社 印行

版權所有
翻印必究

中華民國六十八年十月三十日初版

送風機設計法

平裝特價：壹佰參拾元整

編譯者：沈 頌 文
發行人：陳 憲 雄
出版者：啓學出版社

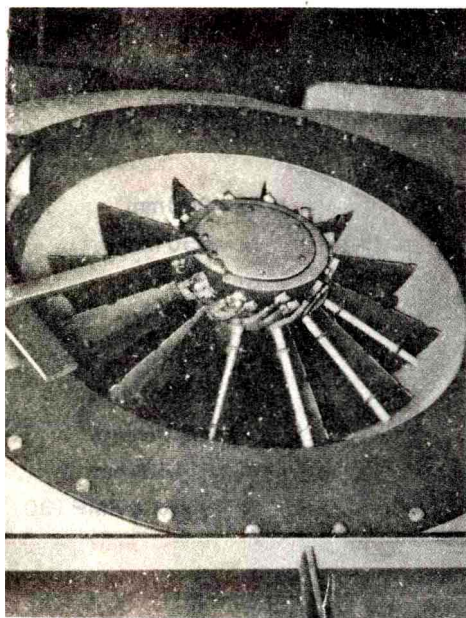
新聞局出版登記證局版臺業字第0133號
臺北市忠孝東路5段524巷5弄3—1號
郵政劃撥帳戶第19959號
電話：7619468

印刷者：亞洲印刷廠
發行處：啓學出版社台南分社
台南市四維街83巷59號
電話：377205

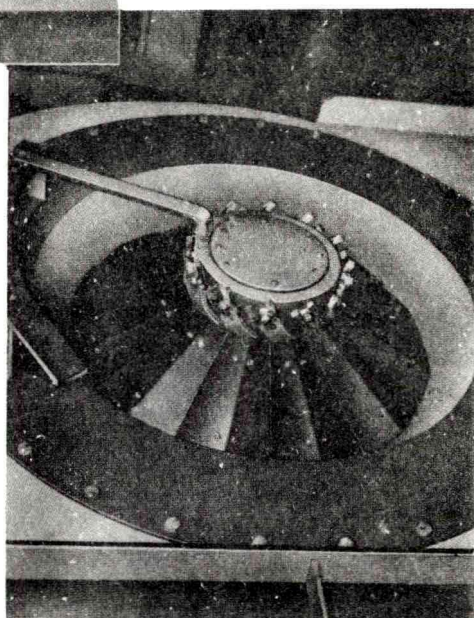
經銷處：全省各大書局

單入口外伸用入口輪葉的外觀

- 入口直徑 710 mm
- 用於資料中之 No.6 SMP (20) 形者



◀ 全閉狀態



全閉狀態 ▶

原 序

無論就我們的日常生活來說，或者是拿工業界來論，因為送風機都和泵一樣都已經成為不可或缺的重要機械之一，所以有許多學校也都將之編入設計製圖的課程了。然而，儘管敘述送風機之理論和構造的書籍為數甚多，可是關於設計製圖者卻可謂一冊也無。

這本書，乃是以著者多年在公司中從事設計期間所獲得的經驗，後來在大學中講授送風機課程的講義，以及指導設計製圖的講義筆記為基礎而付梓，並且是以大專學生為對象的一本「送風機的設計」的參考書。然而，在這本書中卻祇是敘述設計送風機的一種方法，至於有關葉輪的理論和機械元件的設計等問題的詳細說明則都從略了。因此，關於細節事項，尚希由各該專門書籍，加以進修為感。

因為日本在進行設計的時候都是儘量地利用着JIS，所以載有必要的JIS摘錄，以期便於進行製圖。至於詳細事項，尚希參考JIS的本文及其解說。

術語是仿照JIS B 0132 - 76 “送風機・壓縮機用語”者。

為了提供設計舉例的資料起見，乃將按照這本書所設計的製圖載於卷末，以供參考。

最後，在執筆這本書的時候，曾經轉載一些其他公司的資料和說明書，在此深表謝意。

昭和51年3月

押田良輝 謹識

送風機設計法 目錄

1 關於送風機的基本知識	1
1-1 送風機的種類	1
1-2 送風機的適用範圍	2
1-3 術語的定義	2
1-3-1 風 量	2
1-3-2 壓 力	5
1-3-3 比重量	7
1-3-4 水 頭	8
1-3-5 功 率	9
1-3-6 效 率	10
1-3-7 比速度	12
1-3-8 壓縮熱	13
2 送風機概說	16
2-1 構造和各部分的名稱	16
2-1-1 動葉輪	16
2-1-2 外 殼	19
2-2 形 式	20
2-3 特 性	24
2-4 風量控制	29
3 設計送風機的順序	33

3-1	風量・總壓力	33
3-2	比速度	34
3-3	動葉輪外徑	38
3-4	效率和動力——電動機輸出	40
3-5	移點設計	42
3-6	二點設計	44

4 動葉輪 46

4-1	理 論	46
4-2	速度三角形	47
4-3	滑 移	48
4-4	動葉輪的圓周速度和外徑	50
4-5	動葉輪的入口直徑	52
4-6	輪葉的入出口寬度	55
4-7	輪葉枚數	56
4-8	畫輪葉的方法	58
4-9	強度計算	60
4-9-1	主板・側板	60
4-9-2	主板和側板應力之根據輪葉的修正	64
4-9-3	輪葉的強度	66
4-9-4	鉚 釘	68
4-9-5	銲接輪葉	70
4-9-6	口 環	71
4-9-7	輪 轂	71
4-9-8	鑄造動葉輪	72

5 外殼	73
5-1 入出口速度	73
5-2 入口室	75
5-3 渦動室	76
5-4 擴散器	79
5-5 板 厚	80
5-6 補強件	80
5-7 分割方法	83
5-8 撐 條	85
5-9 腳	86
5-10 其 他	88
6 推力	91
6-1 推 力	91
6-2 推力的均衡	92
7 主軸	94
7-1 軸端尺寸	94
7-2 軸的應力	95
7-3 危險轉數	97
7-4 撓 度	102
7-5 鍵	102
7-6 配 合	105
8 軸承	109

8-1	滾動軸承	110
8-1-1	形 式	110
8-1-2	選擇方法	111
8-1-3	許用轉數	114
8-2	滑動軸承	119
8-3	軸承殼	122
8-4	封閉裝置	124
9	輪結器	126
10	三角皮帶	129
11	封閉裝置	134
11-1	填 料	134
11-2	曲折填封	136
12	入口輪葉	137
12-1	構 造	137
12-2	設 計	139
13	底座	141
13-1	底 座	141
13-2	防震底座	144
14	減震器	149

15 銲接設計152

15 - 1	材 料.....	152
15 - 2	決定鋼板材料尺寸的方法.....	153
15 - 3	形鋼的尺寸及其他.....	155
15 - 4	尺寸的許用差.....	156
15 - 5	下 料.....	158
15 - 6	銲接符號.....	159
15 - 7	關於設計的實際問題.....	161

16 資料.....168

16 - 1	有關的 JIS 一覽.....	169
16 - 2	圓筒軸端.....	172
16 - 3	埋頭鍵和鍵槽.....	175
16 - 4	尺寸的公差和配合.....	177
16 - 5	割削加工的普通尺寸差.....	181
16 - 6	加工符號和表面粗度的劃分.....	181
16 - 7	鑽頭直徑的用途別一覽表.....	182
16 - 8	加工方法的符號.....	184
16 - 9	熱軋鋼板和鋼帶的形狀、尺寸及其許用差.....	186
16 - 10	聯結器.....	190
16 - 11	滾動軸承用軸台.....	194
16 - 12	渦輪風扇動葉輪重量表.....	196
16 - 13	風扇用途一覽表.....	197
16 - 14	風扇的選擇表.....	198
16 - 15	風扇的外形尺寸和重量表.....	200

16 - 16	三相感應電動機尺寸.....	205
16 - 17	材料的機械性質.....	206
16 - 18	噪 音.....	207
16 - 19	製圖舉例.....	208
索 引		214

I 關於送風機的基本知識

1- 1 送風機的種類

送風機 (fan) 的種類，如圖 1 - 1 所示。雖然大略分之為軸流、離心、斜流和橫流式，可是離心式者卻由於輪葉出口角 β_2 之大於 90° 、 90° 和小於 90° 而又可以分成多翼、徑向和渦輪三種。此外，其將渦輪送風機輪葉作成翼形剖面者，還要叫做翼形送風機 (airfoil type fan)。

在這些當中，因為渦輪送風機 (turbo-fan) 效率高，噪音少而能夠發生高壓，所以為各方面的各種用途所採用者甚多。吾人在此，也將就渦輪送風機的設計方法加以敘述。

此外，所謂送風機，雖然是在其出口上裝以管而使之由出口側的正壓力來作功者謂之，可是也有用同樣的構造在入口上裝以管而使之由入口側的負壓來作功的情形。對於前者的送風送風機來說，有如真空掃除機者，就要將之叫做排風送風機了。排風送風機的設計方法也和送風送風機的設計方法相同。

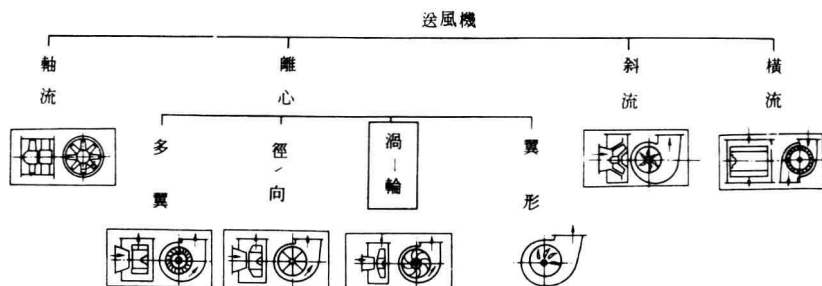


圖 1-1 送風機的種類

1 - 2 送風機的適用範圍

如前述者，雖然送風機有形形色色的種類，可是却都各具特徵，對於其風量和總壓力的適用範圍也要像圖 1 - 2 所示的那樣來各別地決定。唯因圖 1 - 2 是吸入常溫和常壓空氣的情形，所以在吸入空氣以外的氣體或常溫以外的空氣時，當需加以換算才行（渦輪送風機的要項表，可參考資料 14）。

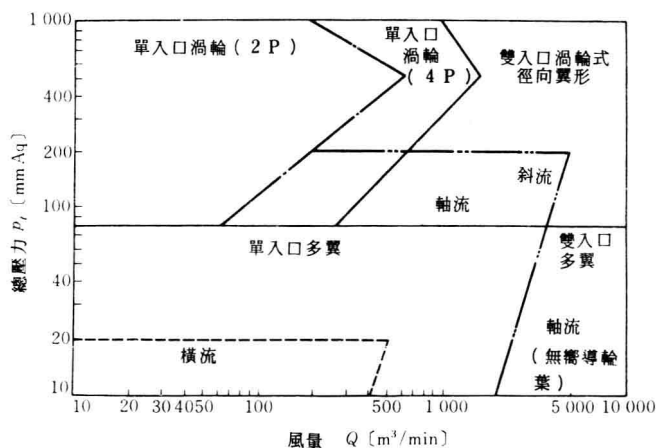


圖 1 - 2 送風機的適用範圍

1 - 3 術語的定義

1 - 3 - 1 風量 Q (m^3/min)

風量 (capacity) 是以送風機在單位時間所吸入的氣體流量稱之，在氣體量或空氣的情形之下也有叫做空氣量 (air quantity) 的。不能由從送風機入口所排出去的流量來表示，而必需要由換算成入口的溫度、壓力和濕度狀態的風量來表示才行。雖然不一一說入口風量，可是所謂風量卻是入口風量的意思；蓋因氣體的體積將會由於其

壓力和溫度而大有不同的緣故。

雖然也有不換算成爲入口狀態而將之換算成爲壓力 760mmHg、溫度 0°C、乾燥狀態，也就是基準狀態者，可是在這種情形之下却要由 Q_0 (Nm³/min) 或 Q_0 [m³/min (NTP)] 來表示了。

若已知的風量爲 Nm³/min 時，則用換算成爲送風機實際入口之壓力、溫度和濕度狀態的風量，來進行決定送風機之動力和動葉輪尺寸的計算，當屬必要。

例如，雖然在已知處理空氣的送風機風量爲 $Q = 800 \text{ m}^3/\text{min}$ 的情形之下祇要由 800 來照舊進行計算即可，可是若已知 $Q_0 = 800 \text{ Nm}^3/\text{min}$ 而入口條件又已知爲壓力 $P = 750 \text{ mmHg}$ ，溫度 $t = 24^\circ\text{C}$ 和濕度 $\varphi = 0.7$ 時，就需要實施如下的換算來求實際送風機所吸入的風量了。

首先，求入口狀態的空氣比重量 γ_a (參照 1-3-3)。

$$\gamma_a = 0.465 \frac{P - 0.378\varphi P_s}{T} \quad (1.1)$$

其中， γ_a ：入口空氣的比重量 (kg/m³)

P ：濕空氣的絕對壓力 (mmHg)

φ ：濕度

P_s ：蒸汽壓力 (mmHg) (參照表 1-1)

T ：絕對溫度 = $273 + t$ (°C)

$$\therefore \gamma_a = 0.465 \frac{750 - 0.378 \times 0.7 \times 22.38}{273 + 24} = 1.165 \text{ kg/m}^3$$

$$Q = Q_0 \frac{\gamma_0}{\gamma} \quad (1.2)$$

其中， Q ：入口風量 (m³/min)

Q_0 : 基準狀態的風量 (Nm^3/min)

γ : 入口空氣的比重量 (kg/m^3)

γ_0 : 基準狀態下空氣的比重量 = $1.293\text{kg}/\text{m}^3$

現在，因為 $Q_0 = 800\text{Nm}^3/\text{min}$

$$\gamma_{a.} = 1.165\text{kg}/\text{m}^3$$

$$\gamma_0 = 1.293\text{kg}/\text{m}^3$$

所以

$$Q = 800 \times \frac{1.293}{1.165} = 885\text{m}^3/\text{min}$$

約增加了 10 %。

表 1-1 蒸汽表

$t [^{\circ}\text{C}]$	蒸 汽 壓 P_s		在 1m^3 空氣中 水蒸汽的量 $\gamma_s [\text{kg}/\text{m}^3]$	就乾空氣來說濕空 氣中的水蒸汽量 $x_s [\text{kg}/\text{kg}]$
	$[\text{mmHg}]$	$[\text{kg}/\text{cm}^2]$		
0	4.58	0.0062	0.0047	0.0037
4	6.09	0.0083	0.0064	0.0050
8	8.04	0.0109	0.0083	0.0066
10	9.21	0.0125	0.0094	0.0076
12	10.51	0.0143	0.0106	0.0087
16	13.61	0.0185	0.0135	0.0114
20	17.5	0.0238	0.0173	0.0147
24	22.38	0.0304	0.0216	0.0188
28	28.35	0.0385	0.0270	0.0241
30	31.8	0.0433	0.0304	0.0272
32	35.67	0.0485	0.0335	0.0306
36	44.57	0.0606	0.0418	0.0387
40	55.3	0.0752	0.0512	0.0490
50	92.5	0.126	0.0832	0.0868
60	149.5	0.203	0.1302	0.153
70	234	0.318	0.1982	0.278
80	355	0.483	0.2936	0.552
90	526	0.715	0.4219	1.411
100	760	1.033	—	—

1 - 3 - 2 壓力 p (mm Ag)

在壓力 (pressure) 之中，有由垂直開在管路等壁上的孔，或由垂直開在 Pitot 靜壓管氣體流動方向的靜壓孔所測得的靜壓 p_s ，以及基於氣體速度的動壓 p_d 。 p_d 之值，可以由下式求之。也就是，

$$p_d = \frac{v^2}{2g} \gamma \text{ (mm Ag)} \quad (1.3)$$

其中， p_d : 動壓 (mm Ag)

v : 氣體速度 (m/s)

g : 自由落下的加速度 = 9.8 m/s^2

γ : 氣體的比重量 (kg/m^3)

靜壓加以動壓的和，叫做總壓力 (total pressure)，也就是

$$p_t = p_s + p_d \quad (1.4)$$

若將 Pitot 靜壓管插到裝置在送風機出口或入口的導管裏面來測定這些 p_t , p_s 和 p_d 時，則如圖 1 - 3 之所示。

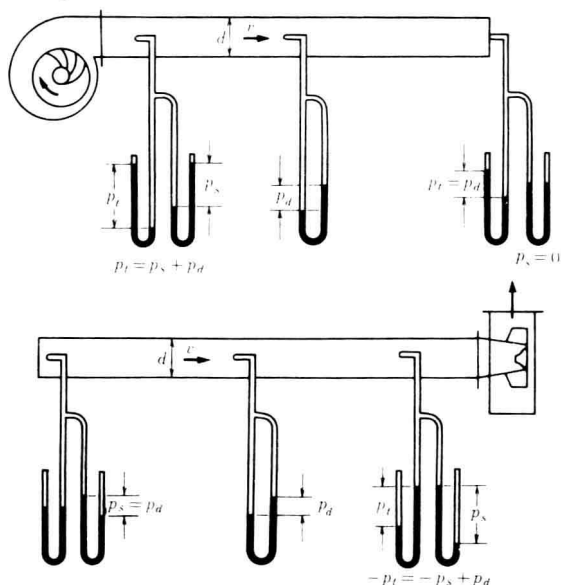


圖 1 - 3 入口管和出口管內的壓力

所謂送風機總壓力 p_T ，乃是由送風機所得到之總壓力的增加量，而是出口的總壓力 p_{t_2} 加以入口的總壓力 p_{t_1} 的和。也就是

$$p_T = p_{t_2} - p_{t_1} \quad (1.5)$$

唯需注意者， p_{t_1} 要是負壓力才行。

現在，若假設 $p_{t_2} = 300 \text{ mmAg}$ ， $p_{t_1} = -100 \text{ mmAg}$ 時，則

$$p_T = 300 + 100 = 400 \text{ mmAg}$$

所謂送風機靜壓 p_s ，乃是從送風機總壓力中減去送風機出口處動壓的差。也就是，

$$p_s = p_T - p_{d_2} \quad (1.6)$$

或

$$p_s = p_{t_2} - p_{t_1} - p_{d_2} \quad (1.7)$$

若在上例中假設 $p_{d_2} = 30 \text{ mmAg}$ 時，則

$$p_s = 400 - 30 = 370 \text{ mmAg}$$

以大氣壓力為基準的壓力叫做錶壓力 (gauge pressure)，大氣壓力加以錶壓力所得的壓力叫做絕對壓力 (absolute pressure)。也就是，

$$P = p + P_a \quad (1.8)$$

壓力的單位，因為在送風機情形下的壓力都很低，所以要採用 mmAg 而有着如下的關係。也就是，

$$1 \text{ mmAg} = 1 \text{ kg/m}^2$$

$$10 \text{ mAg} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

在氣體流動的情形下，因為氣體所具有的靜壓是為勝過管和裝置等的摩擦阻力而必要的壓力，所以就將之叫做阻力或損失了。

在設計送風機時所已知的壓力，有許多情形都是靜壓。因此，當設計的時候，必需將外殼出口處的動壓加起來，再進行求總壓力的計算才行。