

通風機的應用

陸今鐘編著

大東書局出版

通風機的應用

陸 今 鐘 編 著

大東書局出版

本書專門敘述通風機的種類、構造、安裝、試驗和選擇，是通風工程中極重要的部份，凡應用通風機的技術人員，如設計人員、安裝人員、檢驗工作人員、採購人員等都可作為手冊，也可作為通風專業教科書。

陸今鐘 編著

*

1954年9月發排·1954年11月上海第一版

1954年11月上海第一次印刷(0001—3000冊)

書號:5169·30''×42''· $\frac{1}{25}$ ·161千字·8 $\frac{14}{25}$ 印張·定價11,500元

*

大東書局(上海福州路310號)出版發行

上海市書刊出版業營業許可證出〇四三號·上海市書刊發行業營業許可證發〇六一號

導文印刷所(威海衛路357弄12號)印刷

前 言

通風機的應用非常廣泛，例如，通風工程、空氣調節工程、鍋爐之引風及煉鐵爐等均需採用。因為使用目的不同，種類型式不同，所以名稱也很多。由於應用風壓的不同，可將 500 公厘水柱以下低壓的叫扇風機或通風機，500 到 20,000 公厘水柱的叫鼓風機，風壓再高的就叫壓氣機。本書主要敘述採用在通風工程中壓力很低的一種，所以選用通風機這名詞。同時編著本書主要目的，是使從事通風工程的技術人員在應用通風機時能夠解決所遇到的問題，所以本書敘述範圍為通風機的應用。

因此，本書的對象是一般通風工程的設計者和安裝者，使他們能先瞭解有多少種類，構造的原理如何，怎樣試驗，如何選擇，再具體的告訴大家在安裝時應該考慮那些問題，以實用為主，儘量避免深奧的理論。

這本書是 1951 年 4 月開始寫的，經過三次的整編，在偉大的祖國經濟建設的今天是一本相當實用的書；但著者經驗學識淺陋，難免有遺漏錯誤之處，歡迎讀者不吝賜教，以便修訂。

陸今鐘

目 錄

第一章 通風機種類	1
第一節 通風機的分類	1
第二節 通風機的形式	11
第二章 通風機構造原理	14
第一節 軸流通風機的構造、原理	14
第二節 離心通風機的構造、原理	16
第三章 通風機安裝	23
第一節 通風機進口的裝置	23
第二節 通風機出口的裝置	28
第三節 通風機容量的控制	32
第四節 通風機的傳動	41
第五節 通風機的基礎	58
第六節 通風機的噪聲	67
第七節 通風機的維護	82
第四章 通風機試驗	85
第一節 試驗目的	85
第二節 試驗通風機的空氣量和應用儀器	86
第三節 試驗通風機的壓力和應用儀器	94
第四節 傳動通風機所需動力的計算	104

第五節	通風機試驗的結算	106
第六節	通風機試驗規則	110
第五章	通風機選擇	133
第一節	選擇原則	133
第二節	通風機性能	136
第三節	特性曲線	139
第四節	系統特性	148
第五節	通風機效率	150
第六節	螺旋槳式風扇的選擇	151
第七節	圓筒式軸流通風機的選擇	154
第八節	導葉式軸流通風機的選擇	156
第九節	直葉式離心通風機的選擇	166
第十節	向前彎葉式離心通風機的選擇	175
第十一節	向後彎葉式離心通風機的選擇	190
第十二節	雙彎葉式離心通風機的選擇	192

第一章 通風機的種類

第一節 通風機的分類

通風機外形上的分類方法，是依照旋轉軸和氣流的關係，所以可分為軸流通風機和離心通風機二大類：軸流式通風機或稱螺旋槳式，空氣流動的方向是和軸平行；離心式通風機或稱輻流式，或稱沿徑式，空氣流動的方向是經軸轉彎而和軸成直角。

1. 輻流式通風機 軸流式通風機有各式各樣的設計和形式，只以葉子的式樣上就有很多變化。普通葉子是用鐵或鋼板製成，從葉根到葉梢的厚度是相同的，形式可以平的、弧形的，或螺旋形的。葉子也有用生鐵鑄成，從葉根到葉梢的厚度可以不相同，它的特性和飛機上的螺旋槳相似。另外在葉子扭轉的角度上、角度和旋轉面的關係上、殼和直徑或殼和葉子的大小比例上，都有非常廣泛的變化範圍。軸流式通風機的葉數也不一律，最普通的是4—8只，也有一種用在電風散熱器上僅2葉的風扇。在歐洲輸送大量空氣之軸流式通風機，其葉數有多至五十只者。葉子的大小比例——即在一直徑的通風機內，葉子和殼的比例，有的很大，有的很小。一般來說，凡是風壓需要較高者，葉子數較多，葉子短而闊。風壓不需要高者，葉子數較少，葉子長而細。圖1中四葉和十五葉又因為和殼比例上相同而在風壓上沒有顯著分別。

軸流式通風機還可分成三種：第一種叫圓盤式，有螺旋槳形輪葉，裝在外方中圓的鐵板中央，或外圍圓鐵環成圓盤形，電動機位於中央，用鐵架支持，直接傳動，圖1為三葉、四葉及十五葉螺旋槳通風機的式

樣。普通用的電風扇或排氣風扇都屬這種。一般都使用在自由空氣裏，也有可以產生 12 到 40 公厘水柱的靜壓。在輸送自由空氣時風量最大，機械效率也最高，靜壓再高就容易發生噪聲。

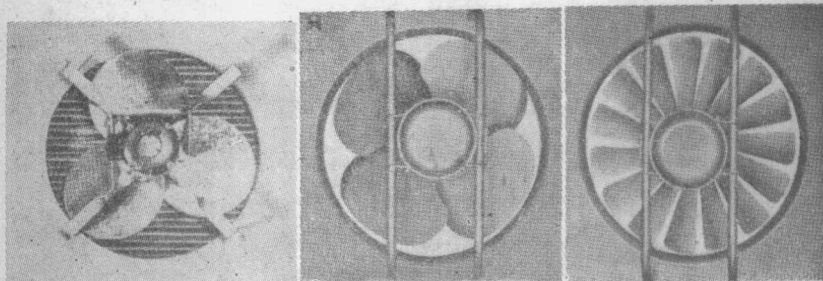


圖 1 圓盤式軸流通風機

第二種叫圓筒式軸流通風機，它的構造除了有像圓盤式一樣的輪葉，外面還圍有圓筒。電動機位於中央，用鐵架支持，直接傳動輪葉，也有將電動機位於圓筒外面，用皮帶傳動輪葉，如圖 2 所示。圓筒直徑根據輪葉，圓筒長短並不一律，也有一端接連一只彎頭，使進風口和出風口成爲一定角度，如圖 3。這種圓筒式軸流通風機的直徑可自 250 到 1,500 公厘，風量高達每小時 220,000 立方公尺。

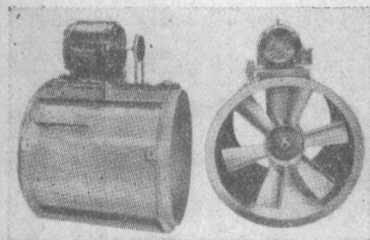


圖 2 圓筒式軸流通風機

式軸流通風機的直徑可自 250 到 1,500 公厘，風量高達每小時 220,000 立方公尺。

圖 4 是一種新式的轉角軸流通風機，特點在可使鼓動的氣流完全不經過軸承、電動機及皮帶。圖 5 中箭頭表示氣流方向，所有軸承、電動機及皮帶完全在一同心圓錐體內，使氣流不經過。在通風機的裝置、

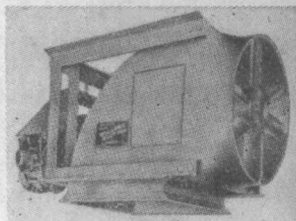


圖 3 有矩形彎頭的圓筒式軸流通風機

修理及維護方面最重要的零件就是軸承，因為軸承最容易被熱的、潮濕的、有灰塵及焰霧的氣體所損害侵蝕。這種形式的設計，非但保護了軸承，又連帶保護了電動機和皮帶等，解決了許多工業上的困難問題，是最近創製的一種優良式樣。圖中矩形進

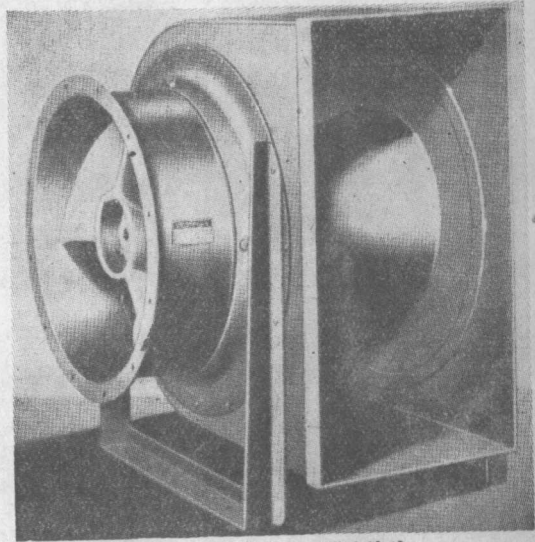


圖4 轉角軸流通風機的外形

風口可隨意轉動以配合風筒的方向。圓錐體的式樣要能包圍所有零件、並使氣流在彎頭內的

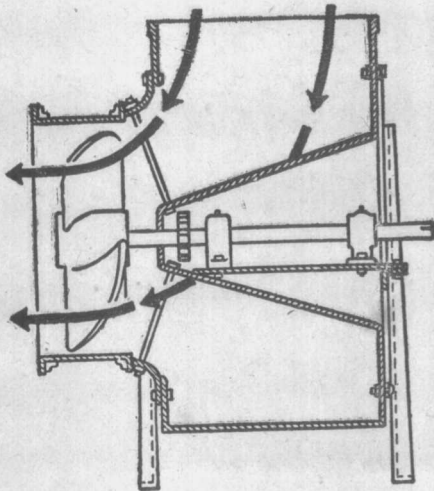


圖5 轉角軸流通風機的剖視

摩擦損失減至最少。這種轉角軸流通風機可以代替離心式通風機，並且比離心式的體型小而輕，用在較低壓力時效率可達最高點。裝置既便、費用亦省，普通製成品可有1公厘到75公厘壓力，450到1,500直徑，1,300到100,000立方公尺每小時的通風量。

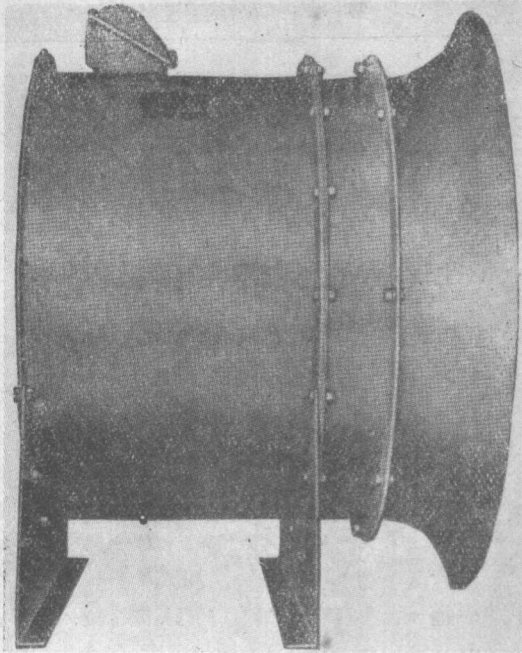


圖6 導葉式軸流通風機側面(上面有接電盒)

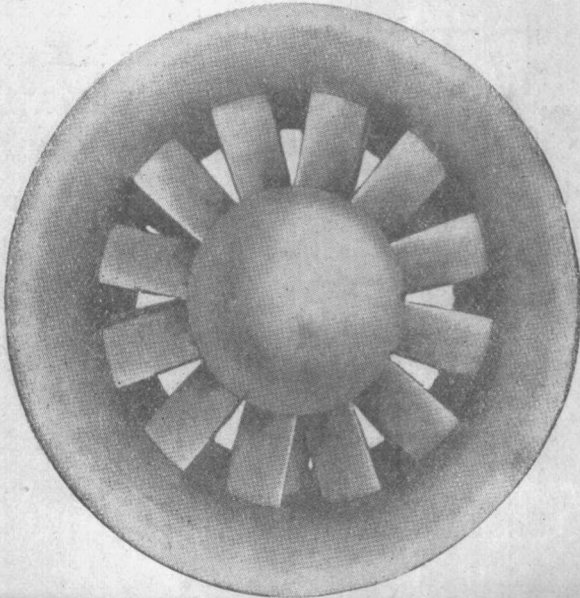


圖7 導葉式軸流通風機前面(轉動輪葉的角度可以自由調節)

第三種叫導葉式軸流通風機，它的構造和圓筒式同，僅在出口或進口加裝導葉，用以消除氣流旋渦，促使軸向氣流的均勻。圖 6 是一種導葉式軸流通風機的側面；圖 7 和圖 8 為導葉式軸流通風機的前後面，亦有將電動機裝於圓筒外，而用皮帶傳動，避免熱流經過電動機。

現在導葉式軸流通風機逐漸改良，用於抵制較高壓力時把殼和直徑比例放大，就是把通風機殼放大，縮短葉子長度，可以產生 230 公厘水柱壓力，每小時運送 255,000 立方公尺空氣量，它發生噪聲的度數僅與離心式相當。體形的大小可自直徑 380—2,000 公厘，配有交流或直流的電動機，直接或皮帶傳動，轉速可高達每分鐘 3,450 轉。目前我國有相等的產品。

軸流式通風機的葉輪可分為逆轉的和不可逆轉的二種。

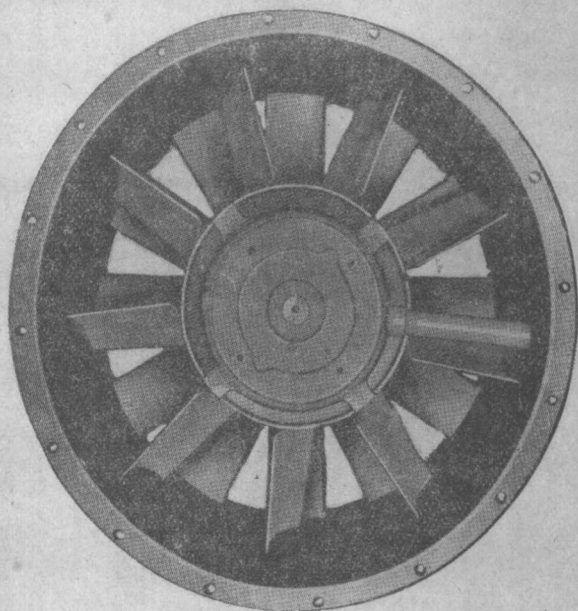


圖 8 導葉式軸流通風機後面
(中央是電動機，四周是固定導葉)

2. 離心式通風機 離心式通風機由很多葉子組成，風壓由離心力產生。空氣在離心式通風機內沿輻向流動，故亦可稱為輻流式通風機。



圖9 直葉式



圖10 透平式

按葉子的形式又可分成四種：第一是沿徑葉式或稱直葉式，幾只大葉子直接連接在軸上，如圖9。這種直葉式通風機普通用在有木屑廢花飛騰在空氣裏的廠房，作為排氣通風機。像紡織廠清花間的各式清棉機上，及經塵塔排除空氣的，都是採用這種形式葉子的離心通風機。

還有如圖10透平式者，用作鍋爐通風、化鐵爐及冲天爐鼓風等用。一般壓力較高，出口都是圓形的，但也可列入直葉式。

第二是向前彎葉式，它的葉子是面向轉動方向彎曲，葉子數有多到64只，所以很多人都叫它為多翼式，如圖11。因為風量大，所以棉紡織廠的空氣調節工程，大都採用此式。

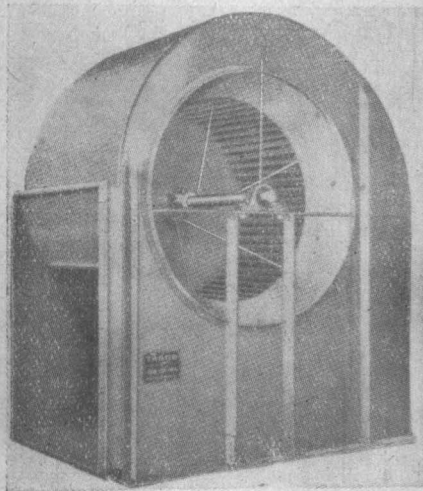


圖11 向前彎葉式

第三是向後彎葉式，它的葉子是背向轉動方向彎曲，葉子數有八到十六只，有不過載

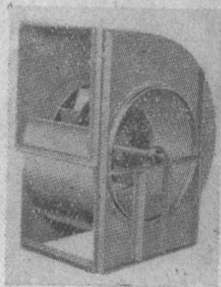


圖12 向後彎葉式

的特性,所以也叫做不過載通風機,外貌形式如圖 12。

第四是雙彎葉式,它的葉子是部分向前彎,部分向後彎,雖然特性是介於前彎葉式和後彎葉式之間;但製成品中特性也是不過載的,所以有人就把這種合併為向後彎葉式。上海各大廈及戲院的空氣調節工程,十之八九採用雙彎葉式通風機。圖 13 是雙進風雙閘度的該式外貌。

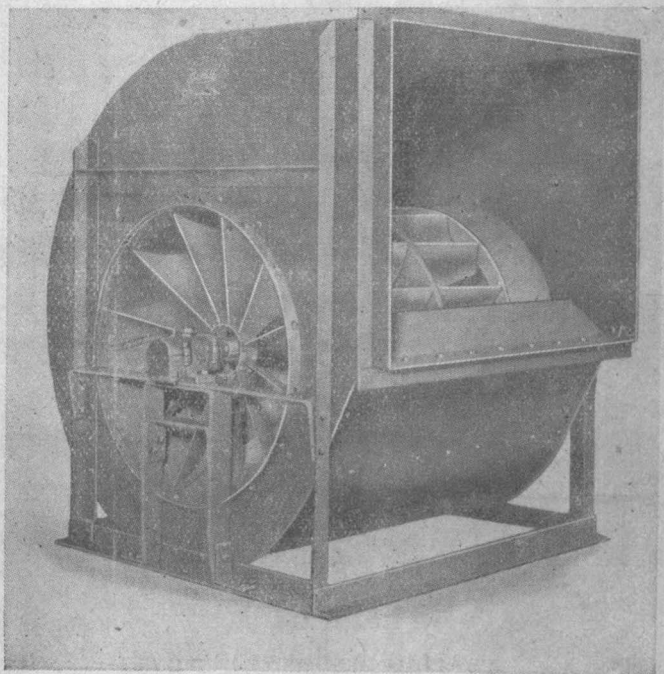


圖 13 雙彎葉式離心通風機

爲了能使適應在各種大小壓力下工作,可將通風機分成下列四類:

- | | |
|-------|-----------------|
| I 類 | 總壓力最高爲 95 公厘水柱 |
| II 類 | 總壓力最高爲 170 公厘水柱 |
| III 類 | 總壓力最高爲 250 公厘水柱 |
| IV 類 | 總壓力最高爲 500 公厘水柱 |

adca

通風機有了這種分類，可以在指定需要的風壓下進行設計、製造和應用，不致在應用於低壓時，浪費了材料，應用於高壓時，不够堅固。

不論軸流式通風機或離心式通風機，都可很科學的採用比轉數幫助通風機的分類。由相似力學知，凡具有相同比轉數之通風機，則其構造形式及工作情況都類似而成一個類型；同一類型的通風機在相似的性能下，效率也相同，藉此使通風機之應用有所依據，以獲得一確當的型式而達到最高之效率。

在應用通風機時，爲了滿足通風工程上的需要，其主要選擇的條件是風壓和風量，這些條件在某一指定的轉數下，只能在一定的幾何尺寸的葉輪中得到。假設轉數改變，那麼這要求的風壓和風量可在另外一個幾何尺寸的葉輪中得到。因此，通風機的工作能力、幾何尺寸以及通流部件（包括進口、葉輪、機箱等）的形狀，可以由轉數、風壓和風量三個參數來決定。這三個參數都是有一定的單位，而比轉數就是把它們聯系起來化成一個無因次的即沒有單位的數字。這數字是風量、風壓和轉數的函數，即使通風機的轉數、幾何尺寸有變化時，比轉數仍可維持不變，因此同一類型的通風機，比轉數都是相同的。

蘇聯中央流體動力學院對於通風機的比轉數簡化成下式：

$$n_y = \frac{Q^{\frac{1}{3}}}{p_0^{\frac{2}{3}}} n$$

式中 Q ——風量，立方公尺/秒

p_0 ——風壓，公斤/平方公尺（氣體重量=1.2 公斤/立方公尺）

n ——通風機每分鐘轉數

觀上式，可瞭解所謂比轉數者，即一構造上成幾何相似的假想通風機，其通風量爲 1 立方公尺/秒，風壓爲當氣體重量=1.2 公斤/立方公尺時的 1 公尺氣柱，該假想通風機應有之轉數。因爲通風機在實際應

用上，風壓的單位都用公斤/平方公尺，亦即公厘水柱，避免當氣體密度變化時影響比轉數，所以規定是在標準狀態的空氣，每立方公尺重 1.2 公斤適用。爲了實際使用上的方便和簡化起見，產品規格上都採用上列公式。

用了比轉數之後，不論通風機的尺寸、轉數等有何不同，幾何形狀相似者都有一樣的比轉數，亦即通風機的類型可以決定比轉數。如我們已知某一類型的通風機，在最高工作效率時的風量、壓力和轉數，就可用上列公式求得比轉數。凡是用這樣方法計算出的比轉數相同的通風機，都是屬於一個類型。

蘇聯 ВНИИСТО^① 和 ЦАГИ^② 的通風機都有一個基本尺寸，各種大小尺寸的通風機編有號碼，普通這號碼相等於這風輪的直徑。用這號碼乘基本尺寸就可得到實際尺寸。

舉例來說明以上的關係：

某一通風工程，每小時需要通風量 7,200 立方公尺，當單位重量等於 1.2 公斤/立方公尺時需要壓力 100 公厘水柱，擬採用轉速每分鐘 1,440 轉，求比轉數及適當的通風機？

用上列公式，比轉數等於：

$$\eta_v = \frac{\left(\frac{7,200}{3,600}\right)^{\frac{1}{3}}}{100^{\frac{3}{4}}} \cdot 1,440 = 65$$

用圖 14 離心通風機類型的一般化性能曲線，根據壓力 100 公厘水柱，在最高工作效率 0.57 時，通風機出口截面處的速度爲 19 公尺/秒，於是通風機出口截面積等於

$$F = \frac{7,200}{3,600 \times 19} = 0.105 \text{ 平方公尺}$$

有了出口面積後，由表 1 查出 $F=0.102$ 是 4 號通風機，於是根據圖 15 的 ЦАГИ 低壓離心通風機的基本外形尺寸乘以 4，就得該 4 號通風機的實際尺寸、單位公厘，同時用該機號碼的十倍即可得知大約重量，例如 4 號就重約 40 公斤。

① 全蘇衛生設備研究院

② 蘇聯中央流體動力學院

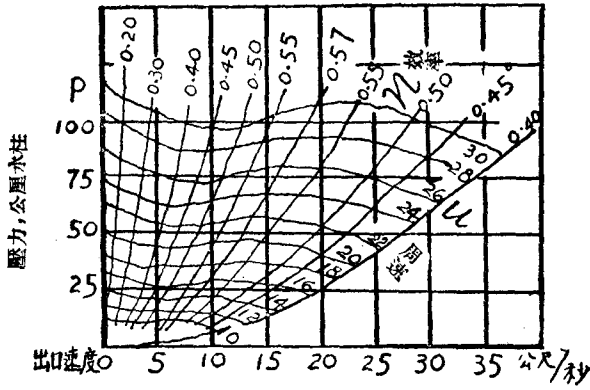


圖 14 低壓離心式通風機類型的一般化性能曲線

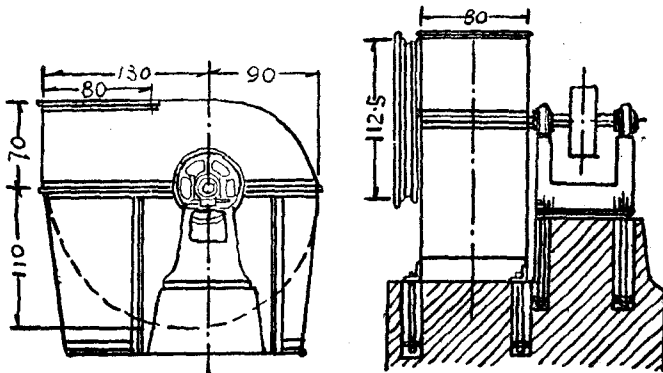


圖 15 低壓離心式通風機基本外形尺寸

表 1 低壓離心式通風機的出口直徑和面積

號碼	風輪直徑 (公尺)	出口面積 (平方公尺)	號碼	風輪直徑 (公尺)	出口面積 (平方公尺)
2	0.2	0.026	11	1.1	0.775
3	0.3	0.058	12 ¹ / ₂	1.25	1.000
4	0.4	0.102	14	1.4	1.255
5	0.5	0.160	15 ¹ / ₂	1.55	1.540
6 ¹ / ₂	0.65	0.270	17	1.7	1.850
8	0.8	0.410	18 ¹ / ₂	1.85	2.190
9 ¹ / ₂	0.95	0.578	20	2.0	2.560

採用了4號通風機後，由於出口截面積為0.102平方公尺，出口速度調整為
 $\frac{7,200}{3,600 \times 0.102} = 19.6$ 公尺/秒，由圖14查得效率為0.565。圓周速度 $u = 29$ 公尺/秒，
 於是通風機的轉數等於：

$$n = \frac{60 \times u}{\pi \times D} = \frac{60 \times 29}{3.1416 \times 0.4} = 1385 \text{ 轉/分}$$

通風機的功率等於：

$$N = \frac{7,200 \times 100}{3,600 \times 0.565 \times 102} = 3.5 \text{ 瓩}$$

從最佳性能下可以得到通風機合理的尺寸。改變轉數仍可得到相似性能，在這些性能下比轉數仍不變。但是當性能變化時，比轉數也就隨之改變。在一定範圍裏的比轉數就是代表通風機的一種類型。因為比轉數是從相似力學而來，且為一種沒有單位的數字，所以可作通風機的準則。

由比轉數公式中可看出，當 Q 值增加或 p_0 值減少時，通風機的比轉數增加。當 Q 值增加後葉輪的寬度及進風口直徑都增加，在同一轉數下，如 p_0 減少，葉輪的外徑也減少，惟輪寬須增加。所以離心式通風機的比轉數愈大，則葉輪寬度或軸向長度愈長，而輪葉直徑愈短。軸流式通風機在其餘條件相等的情況下和離心式相比較，因為產生的壓力較小所以比轉數較高。在其他條件相等的情況下，有較大進口以使 Q 值增加者，它的比轉數也大。上面曾談及軸流式通風機的葉子數較多者風壓可增加，因此這種軸流式通風機的比轉數就較小。

第二節 通風機的形式

離心式通風機除了由葉子的形式上可以分成如上述的數類外，從進口的形式上可分成單進口和雙進口兩種。圖11為單進口向前彎葉式通風機，由一面一個圓口進風，而由中間一個矩形口出風。圓進風口的對面用名叫後蓋的封住，伸出的軸接連傳動的機器。圖13為雙彎葉式