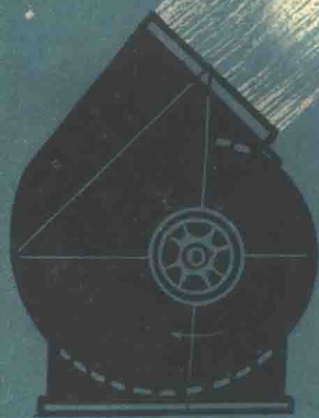


通风机的应用

(第二版)

陆今钟 编著



上海科学技术出版社

通风机的应用

(第二版)

陆今钟 编著

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书专门叙述通风机的种类、构造、安装、試驗和选择,是通风工程
中很重要的部分,凡应用通风机的技术人员,如設計、安装、檢驗、采购
人員等都可作为手册和参考之用。

通 风 机 的 应 用

(第二版)

陆今钟 編著

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

商务印书館上海厂印刷

开本 850×1168 1/32 印張 12 24/32 插頁 1 字數 325,000

(原大東,科技版共印 9,000 册 1954 年 11 月第 1 版)

1960 年 2 月第 1 版 1960 年 2 月第 1 次印刷

印數 1-3,000

統一書号:15119·162

定 价:(十二)1.75 元

前 言

本书于1954年初版以来,到1957年已四版,行销近万册。由于读者的关注以及近年来在通风机科学方面的飞跃发展,在1957年下半年就开始了全面的修订工作,去燕存菁,并充实了较多新的内容。

本书主要目的在于叙述500公厘水柱以下低压的通风机,使从事通风工程的技术人员在应用到通风机时能够解决所遇到的一些实际问题。首先使读者了解通风机的种类和构造原理及安装方法,并对目前有关通风机中最重要的噪声问题提供了处理方法。然后介绍如何正确应用并联和串联工作,以及特殊用途的通风机,对鉴定和发展起着决定性作用的试验工作也臚列了很多方式,以供制订全国统一的通风机试验规则。最后对各种通风机的适用范围、构造情况详加说明,并提供了实用的性能图表,以便在选择通风机时作参考之用。

近两年来的修订,内容虽然有所充实,但错误和不妥之处仍恐难免,欢迎读者不吝赐教,以便今后继续修订。

陆 今 钟

1959年9月

目 录

前言

| | |
|---------------------------|-----|
| 第一章 通风机种类 | 1 |
| 第一节 通风机的分类 | 1 |
| 第二节 通风机的形式 | 10 |
| 第二章 通风机构造原理 | 13 |
| 第一节 轴流式通风机的构造原理 | 13 |
| 第二节 离心式通风机的构造原理 | 15 |
| 第三章 通风机安装 | 22 |
| 第一节 轴流式通风机的装置 | 22 |
| 第二节 离心式通风机进口的装置 | 24 |
| 第三节 离心式通风机出口的装置 | 30 |
| 第四节 通风机容量的控制 | 33 |
| 第五节 通风机的传动 | 42 |
| 第六节 用于通风机的电动机 | 60 |
| 第七节 通风机的基础 | 77 |
| 第八节 通风机的维护 | 81 |
| 第四章 通风机噪声及其处理 | 86 |
| 第一节 噪声的概念 | 86 |
| 第二节 通风机的噪声 | 95 |
| 第三节 通风机噪声传入室内的分析 | 102 |
| 第四节 经风道传入噪声的计算及处理 | 103 |
| 第五节 经建筑结构传入噪声的计算及处理 | 125 |
| 第五章 通风机联合工作 | 162 |
| 第一节 通风机的并联工作 | 162 |
| 第二节 通风机的串联工作 | 167 |

| | |
|------------------------------|-----|
| 第六章 特种通风机 | 170 |
| 第一节 应用于有腐蚀性气体的通风机 | 170 |
| 第二节 应用于有火灾及爆炸危险性气体的通风机 | 182 |
| 第三节 应用于耐高温的锅炉引风机 | 183 |
| 第四节 其他特种通风机 | 184 |
| 第七章 通风机试验 | 190 |
| 第一节 试验目的 | 190 |
| 第二节 试验通风机的流量和应用仪器 | 191 |
| 第三节 试验通风机的压力和应用仪器 | 199 |
| 第四节 传动通风机所需动力的计算 | 208 |
| 第五节 通风机试验的结算 | 210 |
| 第六节 通风机试验规则 | 224 |
| 第八章 通风机选择 | 245 |
| 第一节 选择原则 | 245 |
| 第二节 通风机定律 | 247 |
| 第三节 特性曲线 | 251 |
| 第四节 系统特性 | 259 |
| 第五节 通风机功率和效率 | 261 |
| 第六节 螺旋桨式风扇的选择 | 270 |
| 第七节 圆筒式轴流通风机的选择 | 273 |
| 第八节 导叶式轴流通风机的选择 | 283 |
| 第九节 直叶式离心通风机的选择 | 291 |
| 第十节 向前弯叶式离心通风机的选择 | 315 |
| 第十一节 向后弯叶式离心通风机的选择 | 352 |
| 第十二节 双弯叶式离心通风机的选择 | 365 |
| 附录 1 | 382 |
| 附录 2 | 383 |
| 附录 3 | 388 |
| 附录 4 | 390 |
| 附录 5 | 392 |
| 附录 6 | 399 |

第一章 通风机种类

第一节 通风机的分类

通风机外形上的分类方法,是依照旋轉軸和气流的关系,所以可分为軸流通风机和离心通风机两大类:軸流式通风机或称螺旋桨式,空气流动的方向是和軸平行;离心式通风机或称輻流式,又称沿徑式,空气流动的方向是經軸轉弯而和軸成直角。

一、軸流式通风机 軸流式通风机有各式各样的設計和形式,单从叶子的式样上就有很多变化。普通叶子是用鉄或鋼板制成,从叶根到叶梢的厚度是相同的,形式可分为平的、弧形的,或螺旋形的。叶子也有用金属鑄成,从叶根到叶梢的厚度可以不相同,它的特性和飞机上的螺旋桨相似。另外在叶子扭轉的角度上、角度和旋轉面的关系上、殼和直徑或殼和叶子的大小比例上,都有非常广泛的变化范围。軸流式通风机的叶数也不一律,最普通的是4~8只,也有一种用在电风散热器上仅2叶的风扇。在欧洲輸送大量空气之軸流式通风机,其叶数有多至50只者。叶子的大小比例——即在同一直徑的通风机内,叶子和殼的比例,有的很大,有的很小。一般來說,凡是风压需要較高者,叶子数較多,叶子短而闊;风压不需要高者,叶子数較少,叶子长而細。图1中四叶和十五叶虽然和殼的比例相同,在同一轉速下十五叶的风压較高。

軸流式通风机还可分成三种:第一种叫圓盘式軸流通风机,有螺旋桨形輪叶,装在外方中圓的鉄板中央,或外圍圓鉄环成圓盘形,电动机位于中央,用鉄架支持,直接傳动,图1为三叶、四叶及十五

叶螺旋桨通风机的式样。普通用的电风扇或排气风扇都属于这种类型。一般都使用在自由空气里，也有可以产生12~40公厘水柱的静压。在输送自由空气时风量最大，机械效率也最高，但静压产生后就容易发生噪声。

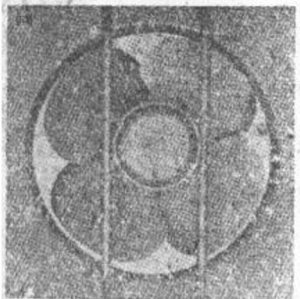


图1 圆盘式轴流通风机

第二种叫圆筒式轴流通风机，它的构造除了有象圆盘式一样的轮叶外，外面还围有圆筒。电动机位于中央，用铁架支持，直接传动轮叶，也有将电动机位于圆筒外面，用皮带传动轮叶，如图2所示。圆筒直径根据轮叶和圆筒长短并不一律，也有一端连接一只弯头，使进风口和出风口成为一定角度，如图3。这种圆筒式轴流通风机的直径可自250~1,500公厘，风量高达每小时220,000立方公尺。

图4是一种转角轴流通风机，特点在可使鼓动的气流完全不经过轴承、电动机及皮带。图5中箭头表示气流方向，所有轴承、电动机及皮带完全在一同心圆锥体内，使气流不经过。在通风机的装置、修理及维护方面最重要的零件就是轴承，因

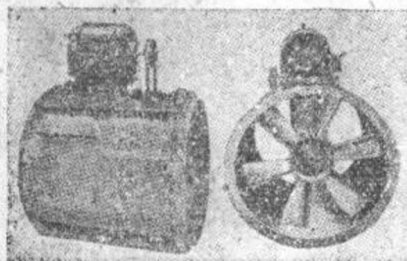


图2 圆筒式轴流通风机



图3 有矩形弯头的圆筒式轴流通风机

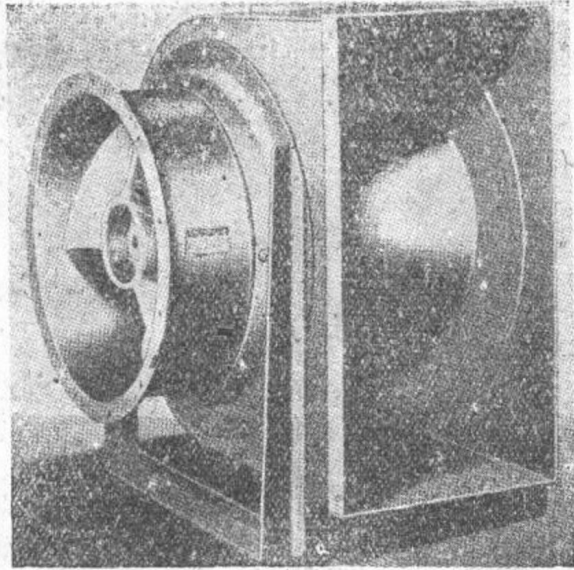


图 4 轉角軸流通風機的外形

为軸承最容易被热的、潮湿的、有灰尘及烟霧的气体所損害侵蝕。这种形式的設計，非但保护了軸承，又連帶保护了电动机和皮帶

等，解决了許多工业上的困难問題，是有創造性的一种优良式样。图中矩形进风口可随意轉动以配合风筒的方向。圓錐体的式样要能包圍所有零件，并使气流在弯头內的摩擦損失減至最少。这种轉角軸流通風機可以代替离心式通風機，并且比离心式的体型小而輕，用在較低压力时效率可达最高點。此外，它裝置簡便、費用亦省，普通制成品可有 1~75 公厘水柱压

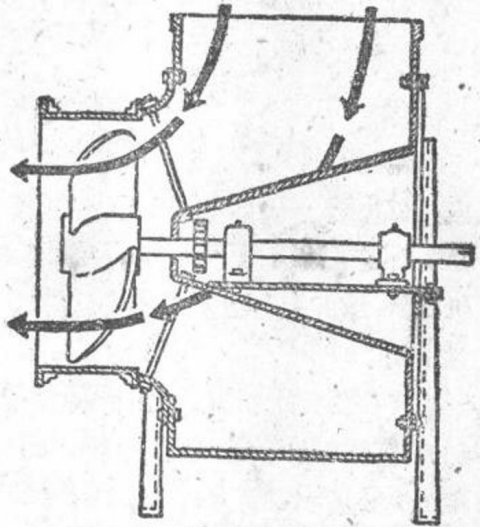


图 5 轉角軸流通風機的剖視

外，它裝置簡便、費用亦省，普通制成品可有 1~75 公厘水柱压

力, 450~1,500 公厘直徑, 1,300~100,000 立方公尺每小时的通風量。

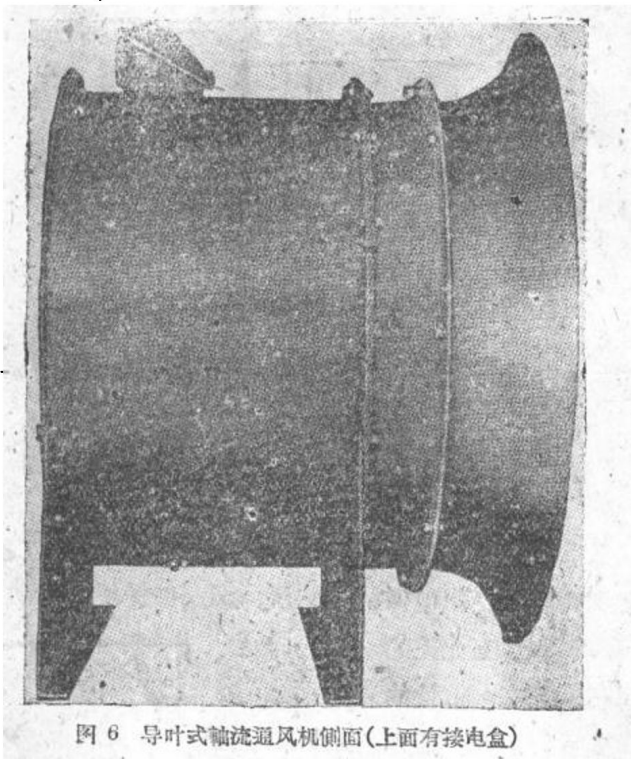


图 6 导叶式轴流通风机侧面(上面有接电盒)

第三种叫导叶式轴流通风机,它的构造和圆筒式同,仅在出口或进口加装导叶,用以消除气流旋渦,促使轴向气流的均匀。图 6 是一种导叶式轴流通风机的侧面;图 7 和图 8 为导叶式轴流通风机的前后面,亦有将电动机装于圆筒外而用皮带传动,避免热流经过电动机。

现在导叶式轴流通风机逐渐改良,用于抵制较高压力时把殼和直徑比例放大,也就是把通风机殼放大,縮短叶子长度,可以产生 280 公厘水柱压力,每小时运送 255,000 立方公尺空气量,而它发生噪声的强度級仅与离心式相当。体形的大小可自直徑 380~2,000 公厘,配有交流或直流的电动机,直接或皮带传动,轉速可

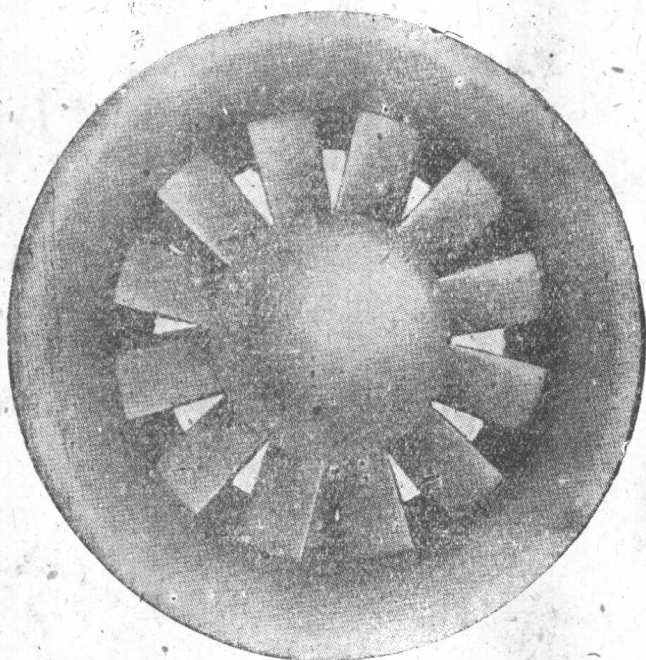


图 7 导叶式轴流通风机前面(转动轮叶的角度可以自由调节)

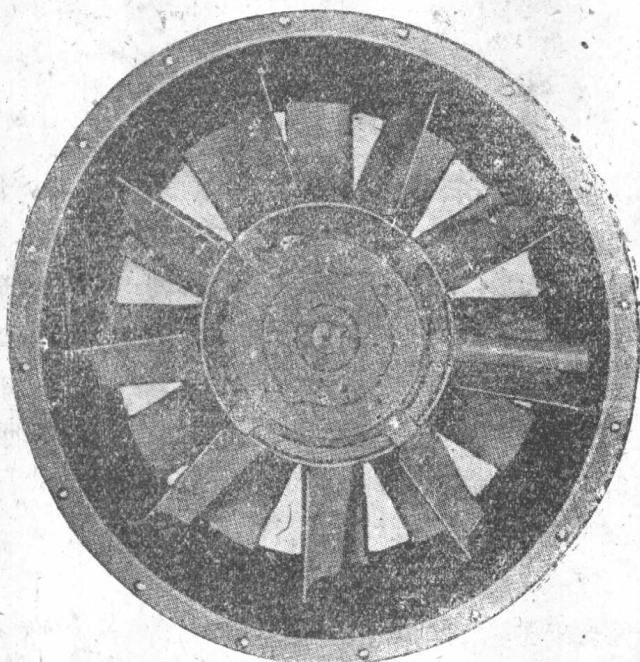


图 8 导叶式轴流通风机后面(中央是电动机,四周是固定导叶)

高达每分鐘 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。

二、离心式通風機 离心式通風機由很多葉子組成，風壓由离心力產生。空氣在离心式通風機內沿輻向流動，故亦可稱為輻流式通風機。按葉子的形式又可分成四種：第一種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內的廠房中，作為排氣通風機。象紡織廠清花車間的各式清棉機上，及經除塵塔排除空氣的，都是採用這種形式葉子的离心式通風機。



圖 9 直葉式离心通風機



圖 10 透平式离心通風機

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

第二種是向前彎葉式，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。

第三種是向後彎葉式，它的葉子是背向轉動方向彎曲，葉子數有 8~16 只，有不過載的特性，所以也叫做不過載通風機，外貌形式如圖 12。

第四種是雙彎葉式，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；但制成品中特性也是不過載的，所以有人就把這種形式合併為向後彎葉式。上海各大廈

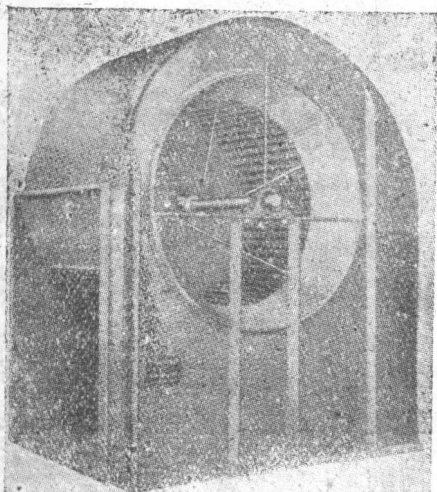


图 11 向前弯叶式离心通风机

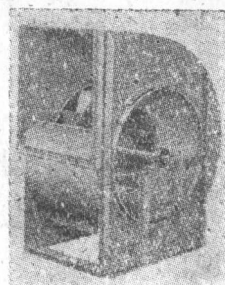


图 12 向后弯叶式离心通风机

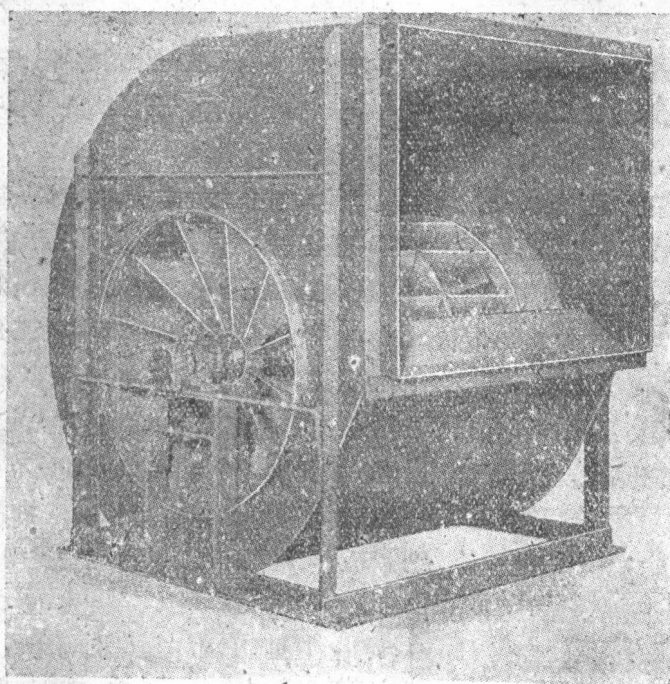


图 18 双弯叶式离心通风机

及戏院中的空气调节工程,十之八九均采用此式。图 13 是双进风双高度的双弯叶式通风机外貌。

为了能使适应在各种大小压力下工作,可将通风机分成下列四类:

| | |
|-------|-----------------|
| I 类 | 总压力最高为 95 公厘水柱 |
| II 类 | 总压力最高为 170 公厘水柱 |
| III 类 | 总压力最高为 250 公厘水柱 |
| IV 类 | 总压力最高为 500 公厘水柱 |

通风机有了这种分类,可以在指定需要的风压下进行设计、制造和应用,不致在应用于低压时,浪费了材料,应用于高压时,不够坚固。

不论轴流式通风机或离心式通风机,都可以很科学的采用比转数来帮助通风机的分类。由相似力学知,凡具有相同比转数之通风机,则其构造形式及工作情况都类似而成一个类型;同一类型的通风机在相似的性能下,效率也相同,借此使通风机的应用有所依据,以获得一恰当的类型而达到最高之效率。

在应用通风机时,为了满足通风工程上的需要,其主要选择的条件是风压和风量,这些条件在某一指定的转数下,只能在一定几何尺寸的叶轮中得到。假设转数改变,那么这要求的风压和风量可在另外一个几何尺寸的叶轮中得到。因此,通风机的工作能力、几何尺寸以及通流部件(包括进口、叶轮、机箱等)的形状,可以由转数、风压和风量三个参数来决定。这三个参数都有一定的单位,而比转数就是把它們联系起来化成一个无因次的(即没有单位的)数字。这数字是风量、风压和转数的函数,即使通风机的转数、几何尺寸有变化时,比转数仍可维持不变,因此同一类型的通风机,比转数都是相同的。

苏联中央流体动力学研究所(ЦАГИ)对于通风机的比转数简化成下式:

$$n_y = \frac{Q^{\frac{1}{2}}}{p_0^{\frac{3}{4}}} n$$

式中 Q ——风量,立方公尺/秒

p_0 ——风压,公斤/平方公尺

(气体重量=1.2公斤/立方公尺)

n ——通风机每分鐘轉数

观上式,可了解所謂比轉数者,即一构造上成几何相似的假想通风机,其通风量为1立方公尺/秒,风压为当气体重量=1.2公斤/立方公尺时的1公尺气柱时,該假想通风机应有之轉数。因为通风机在实际应用上,风压的单位都用公斤/平方公尺(亦即公厘水柱),为避免当气体密度变化时影响比轉数,所以規定是在标准状态的空气,每立方公尺重1.2公斤下适用。为了实际使用上的方便和簡化起見,产品規格上都采用上列公式。

用了比轉数之后,不論通风机的尺寸、轉数等有何不同,几何形状相似者都有一样的比轉数,亦即通风机的类型可以决定比轉数。如我們已知某一类型的通风机,在最高工作效率时的风量、压力和轉数,就可用上列公式求得比轉数。凡是用这样的方法計算出来比轉数相同的通风机,都是属于一个类型。

举例來說明以上的关系:

[例] 某一通风工程,每小时需要通风量7,200立方公尺,当单位重量等于1.2公斤/立方公尺时需要压力100公厘水柱,拟采用轉速每分鐘1,440轉,求比轉数?

[解] 用上列公式,比轉数为

$$n_y = \frac{\left(\frac{7200}{3600}\right)^{\frac{1}{2}}}{100^{\frac{3}{4}}} \cdot 1440 = 65$$

从最佳性能下可以得到通风机合理的尺寸。改变轉数仍可得到相似性能,在这些性能下比轉数仍不变。但是当性能变化时,比轉数也就随之改变。在一定範圍內的比轉数就是代表通风机的一

种类型。因为比轉数是从相似力学而来，且为一种沒有单位的数字，所以可作通风机的准则。

由比轉数公式中可看出，当 Q 值增加或 P_0 值减少时，通风机的比轉数增加。当 Q 值增加后叶輪的寬度及进风口直徑都增加，在同一轉数下，如 P_0 减少，叶輪的外徑也减少，惟輪寬須增加。所以离心式通风机的比轉数愈大，則叶輪寬度或軸向长度愈长，而輪叶直徑愈短。軸流式通风机在其余条件相等的情况下和离心式相比較，因为产生的压力較小所以比轉数較高。在其他条件相等的情况下，有較大进口以使 Q 值增加者，它的比轉数也大。上面曾談及軸流式通风机的叶子数較多者风压可增加，因此这种軸流式通风机的比轉数就較小。

第二节 通风机的形式

离心式通风机除了由叶子的形式上可以分成如上所述种类外，从进口的形式上还可分成单进口和双进口两种。图 11 为单进口向前弯叶式通风机，由一面一个圓口进风，而由中間一个矩形口出风。圓形进风口的对面用一块名叫后飯的封住，伸出的軸接連傳动的机器。图 13 为双弯叶式双进口通风机，这种双进口是由两面两个圓口进风，而由中間一个矩形口出风，为了不减低工作效能，双进口通风机的闊度应按比例增加，約为单进口的 1.7~1.8 倍，而风量却为单进口的两倍。这种形式称之为双闊度双进口通风机。

也有一种通风机为了实际需要或地位关系应用两面进风口，但并不要求增高它的风量，而闊度仍与单进口者相同，称之为单闊度双进口通风机。

綜上所述，离心式通风机由于进口和闊度的不同，可以分为单闊度单进口、双闊度双进口和单闊度双进口三种形式。至于双闊度单进口的形式，应用的情况就非常少。

从离心式通风机出风口方向上来看又可分成十六种形式，如图 14。

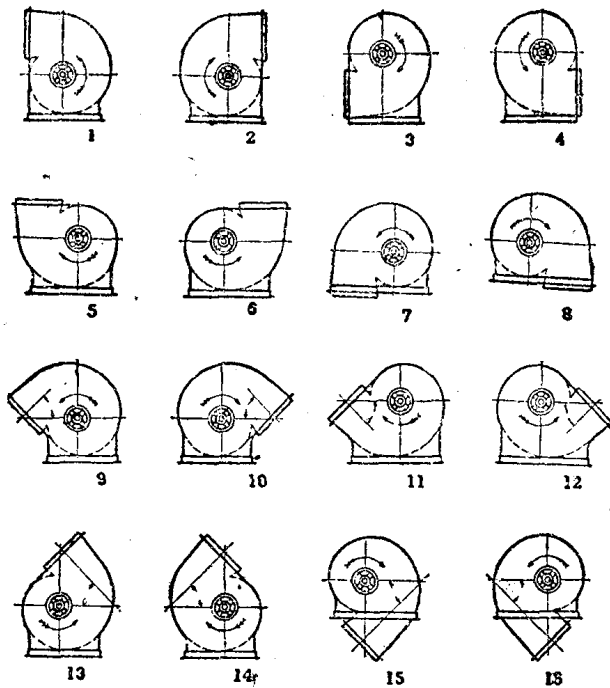


图 14 离心通风机出风口方向的形式

- 其中
- | | |
|--------------|--------------|
| 1 为上面横吹，逆轉； | 2 为上面横吹，順轉； |
| 3 为下面横吹，順轉； | 4 为下面横吹，逆轉； |
| 5 为上面直吹，順轉； | 6 为上面直吹，逆轉； |
| 7 为下面直吹，逆轉； | 8 为下面直吹，順轉； |
| 9 为上角下吹，逆轉； | 10 为上角下吹，順轉； |
| 11 为下角上吹，順轉； | 12 为下角上吹，逆轉； |
| 13 为上角上吹，逆轉； | 14 为上角上吹，順轉； |
| 15 为下角下吹，順轉； | 16 为下角下吹，逆轉。 |

图中是傳动的一面，就是普通接連电动机的一面，我們人在这面看叶輪迴轉的方向和时針方向相同时，叫做順轉，或右迴轉；反