

民主德国 格尔特·荣尼茨著

矿用扇风机

煤炭工业出版社

U182.5

J785

252.51
~~608~~

矿用扇风机

民主德国 格尔特·荣尼茨著

许自新译

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本書譯自民主德國“采礦與選礦技術”一書的第五卷“礦用扇風機”。書中對礦上比較通用的輻射式扇風機、軸流式扇風機，以及少數特殊通風使用的扇風機，從理論上、結構上、使用效果上，做了詳細論述。

本書着重理論研究，可供廣大礦山機械制造人員、設計人員、使用人員，以及高等礦業學校礦山機械制造專業、礦山機電專業師生參考。

Gert Jungnitz

BERGWERKSVENTILATOREN

Veb Wilhelm Knapp Verlag Halle (Saale) 1955

根據民主德國哈勒 威廉·克那普人民出版社 1955年版譯

1481

礦用扇風機

許自新譯

*

煤炭工業出版社出版(社址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可証出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

開本 737×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印張 $4 \frac{15}{16}$ 字數 92,000

1960年6月北京第1版 1960年6月北京第1次印刷

統一書號：15035·1107 印數：0,001—3,500冊 定價：0.65元

目 录

第一章 导言：名词定义、基本构造与使用目的	3
第二章 主要扇风机	12
第一节 辐射式扇风机	12
第二节 轴流式扇风机	41
第三节 反力作用与冲力作用	86
第四节 工作动态；特性系数	97
第五节 传动的方式	133
第三章 特殊通风使用的扇风机、风管用扇风机	139
第一节 井下各个采区通风使用的扇风机	139
第二节 风管用扇风机	141

第一章 导言：名詞定义、基本構造 与使用目的

扇风机是一种轉动的工作机器，它能在比較小的压差下，輸送空气或其他气体。使用吸出作用的矿内扇风机时，所需輸出的气体介質即系矿气。矿气大多含有較高的水分，其所含氮气則多于大气空气中的含量，而氧气則又少于大气空气中的含量，此外并含有一定量的 CO_2 ，在沼气矿内則还含有 CH_4 ，此外在矿气中也可能含有少量的硫化氢。矿内发生火灾时，最后还会出现 CO 、 H_2 以及一些重的碳氢化合物。不过这些气体常系为量不多的。“吹入式”或“压入式”的扇风机是把新鮮空气压入矿内而不是把污浊矿气吸出矿外，这种扇风机很少使用。例如深度不大的金屬矿才使用。

风流在矿内井巷流动沿途所需克服的阻力并不太大，因而并不需要造出很高的負压或超压。与此相反的就是压气机，这种机器正是要用来制造多少更高一些的压力。矿用扇风机所保持的負压或超压仅仅是与所需克服的风流阻力相当，可是压气机所需附带克服的流动損失，如与压气机首先需要把压缩介質所提高到的那个靜超压来比，則大多是很小的。

从另一方面来看，矿用扇风机一般的工作是要使大量（20000立方米/分）的空气流动，因此它所需要克服的压差虽然很小，但是所需消耗的驱动功率則系很大的。单級

构造的移动机器是一种为了“在不大的压差下供出很大风量”的任务所使用的工具。为了制造很大的压力或很大的压差，如果往复式压气机不是很合适的优良的机器，那么转动的压缩机就必须按多级式来制造。但是供风量很大的往复式压气机的装置用地很大。

对于“压差较小”的扇风机来说，它的压差一般是在2000毫米水柱以下的。但是实际上，矿用扇风机远远不能达到这个数字。如果以大气压力作为原始状态的依据，那么这个数字大致就是压缩的最终压力，在这种压力下，体

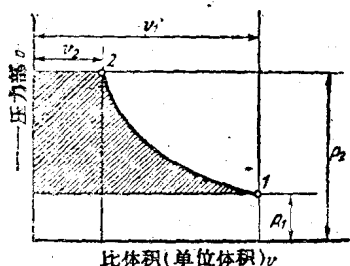


图 1

积的缩小度在计算时可以忽略不计的。图 1 表示从第 1 种状态转变为第 2 种状态的压缩过程的压力与体积的图解。纵坐标上记入绝对压力部(以公斤/平方米或以水柱毫米表示)，在横坐标上记入所需压缩的介质(立方米)每公斤的

体积，亦即所谓的比体积(单位体积) V (立方米/公斤)。但其前提就是压缩的最终压力 P_2 一定是最初压力 P_1 的若干倍的数值。每公斤介质所消耗的功在图解上表现为压缩线 1—2 及 P 轴之间的阴影线所占的面积。这一面积的大小当然是取决于曲线 1—2 的变化情况，这是不待解释而自明的。根据压缩的方式(在不同的压缩指数下的等熵线、等温线或多变曲线)，曲线可能陡直一些或平缓一些，因而其

显示的功也就不同。

图2却与此不同,它的压力的上升是很小的。其比体积 V_2 与 V_1 的差别很小。每公斤介質所显示的功大致为

$$A = V_1 \cdot \Delta P \quad (1)$$

或按通用式表示为

$$A = V \cdot \Delta P \quad (2)$$

(以米公斤/公斤計)

如果以最初的比体积 V_1 代入 V 內,則其誤差即等于小三

角形面积 1—2—3, 这一面积与阴影綫所占面积相比是可以忽略不計的。

如果扇风机每分鐘的送风量为 G 公斤,則其有效功率即为:

$$N_o = \frac{G \cdot A}{60 \times 75} = \frac{G \cdot V \cdot \Delta P}{60 \times 75} \text{ (馬力)} \quad (3)$$

或

$$N_o = \frac{G \cdot V \cdot \Delta P}{60 \times 102} \text{ (瓩)}. \quad (4)$$

$G \cdot V$ 的乘积就是每分鐘所送的风量体积 V (立方米)。

因而

$$N_o = \frac{V \cdot \Delta P}{4500} \text{ (馬力)} \text{ 或 } \frac{V \cdot \Delta P}{6120} \text{ (瓩)}. \quad (5)$$

当扇风机的总效率为 η 时, 其所需的驱动功率(例如在联动装置处)即为

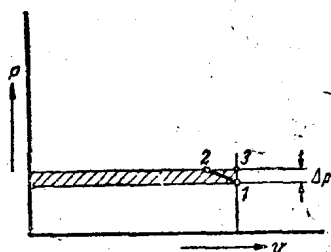


图 2.

$$N = N_e / \eta \text{ (馬力或瓩)}. \quad (6)$$

但是这里有一个前提就是在扇风机之前与后的风流动能是相等的而且在扇风机之前与后的动压差为 ΔP 。只要扇风机前后的风流速度的值实际相同，那就适应这一规律。但是这个要求在很大程度上是达不到的，因此在 ΔP 值内必须含有所增加的动能

$$\gamma \cdot (C_a^2 - C_e^2) / 2g$$

式中的 γ 是矿气的比重 (公斤/立方米)， C 是风速 (米/秒)， g 是重力加速度 (米/秒²)。CT.a 表示扇风机之扩散器后边的状态，CT.e 表示扇风机之前的风硐内的状态。由于扩散器大多系自由吹出的，因此在正常状态下是适应

$$C_a = \sim 0; P_2 = 0$$

这一规律的。例如在吹风的风硐内的负压为120毫米水柱，风速为10米/秒时，其 $(\gamma/2g) \cdot C_e^2$ 的值即大约为6毫米水柱，因为 $\gamma/2g = 1/16$ 可以代入式内。因此在计算功率时所代入的压差即可按 $\Delta P = 0 - (-120) - 6 = 114$ 毫米水柱计算。这个数值是小于原测出的静负压差的 (公式内括弧中的负号是因为120毫米是指负压而言的)。

辐射式扇风机的能量输入的本質，一部分是由于受到离心力的作用而引起的直接的压力上升，一部分是在于动能的增高 (速度的上升)，使用这种扇风机时，风流主要流向是与轴成垂直的。能量输入的目的完全是为了压力的增加。同时还要使动能变为压力。对于这一点来说，一部分是在转动轮叶的沟内形成，另一部分就是在固定的扩散

器內或者在輪叶后的固定的导向器(整流器)內形成, 如果扇风机装有这种导向器。依据冲动原理进行工作的(等压式扇风机)扇风机, 速度能只能在扩散器內轉变为压力, 而不能在轉动輪叶的沟內变为压力。目前只有在軸流式扇风机的某些构造中才利用这种冲动原理, 这时其主要风流方向是与大軸平行的。因此这种扇风机也就不会有离心力的作用。但是無論如何最少也有一部分压力在一定程度上会間接地在动能以外的迴路上产生出来。这也正是这种扇风机与往复式吹风机及往复式压气机所不同的一点, 因为这些吹风机与压气机的压力上升完全是由于气缸內活塞的直接靜力作用和同时形成的体积压小而引起的。

在輻射式扇风机上, 风流的方向是这样轉变的, 最初是以軸的方向进到轉动的輪叶, 但随后又把方向轉变, 而以輻射的方向流过輪叶的槽沟流出。因此輪叶的主要方向也應該是輻射形的。但是完全平直而又成輻射狀的輪叶只能是一种特殊的情况。它也可能——依轉动的方向——向前或向后弯曲。輻射式扇风机的进风口有单面式的或双面式的(亦即軸向从两边分开的), 这是要根据現有的当地装置条件以及所需輸送的风量来决定的(參閱图3与图4)。双面进风的扇风机的吹风口直径比单面进风的小, 这一点对于风量特大的扇风机具有重要意义。

如果风流的主要流动方向在动輪叶的作用下, 始終保持軸向不变, 那么就把这种构造称之为軸流式扇风机。这种机器是当做地下的风管通风用的扇风机, 常常当做整个井田部分(巷道扇风机)的特种通风机器, 也可以当做主

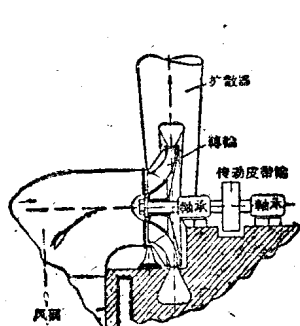


图 3

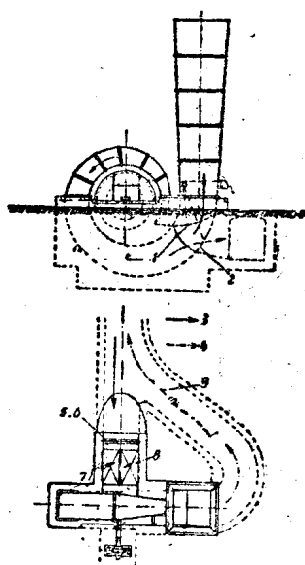


图 3 a

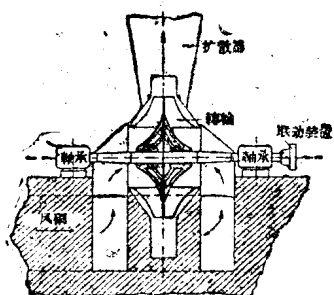


图 4

井扇风机来加以制造。在这种情况下，可以采用臥式的或立式的大軸直接裝在风硐出口上边，在一定的情况下，甚至直接裝在风井上边(图 5—7)。图 5a 所表示的动輪后边的流向轉变，正如图 5 所示的那种情况，是利用一个斜向通出的扩散器而加以避免的。

矿井主要扇风机正规地都是采用吸出式的装置。空气从一个或数个进风井进入矿内，在通过矿内井巷后，流到出风井筒，而扇风机就是在出风井筒上进行工作。因此扇风机是要造出負压的。負压的大小是按水柱毫米来测定的。扇风机的功率就是与負压相当的絕對压力向大气压力的升高。在采掘深度不大的情况下也可以使用吹入式的亦即压缩式的扇风机。这时扇风机就要造出超压。从吸出式轉换为吹入式工作的調換可能性就具有意义；但是加以使用的究屬罕見。輻射式扇风机的調換是利用閘板与活門的开閉使扇风机的导风路改变，使井外空气通过一个很短的輔助烟囱或者通过扩散器吸入而在扇风机后边通过一个迴路风硐而导入主要风硐内。图 3a 表示伟司特法立亚·丁能达尔·格洛貝尔公司(在伯胡穆)所造的单面吸风或单面吹风的扇风机所具有的反风可能性。

軸流式扇风机只要把旋轉方向改变就能达到反风的目的。但是压差和扇风机的效率就会降低，不过反风的工作延續時間不会很长而且这也只是一种应急的措施，所以这种情况并没有重要的作用。

輻射与軸向联合式的扇风机虽然已經出現，但是对于矿用扇风机來說，迄今也没有什么意义。

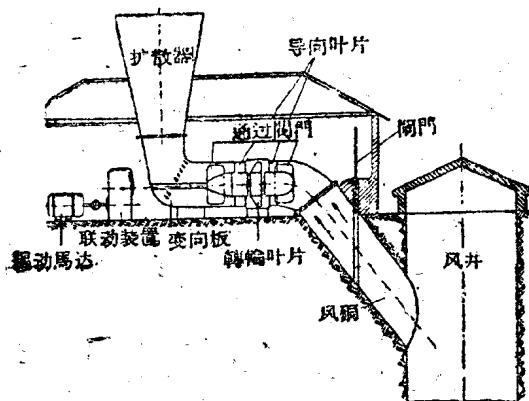


图 5

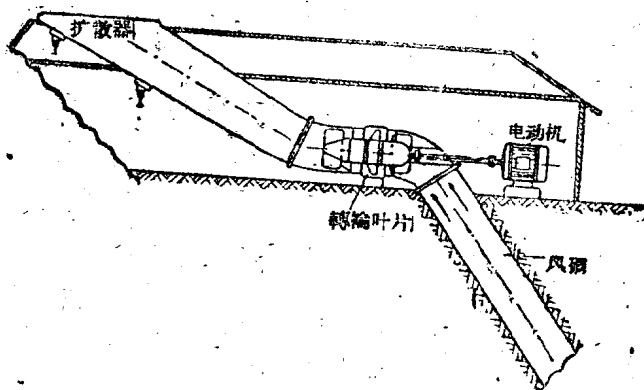


图 5 a

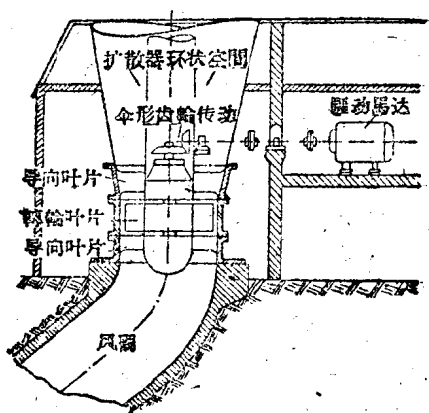


图 6

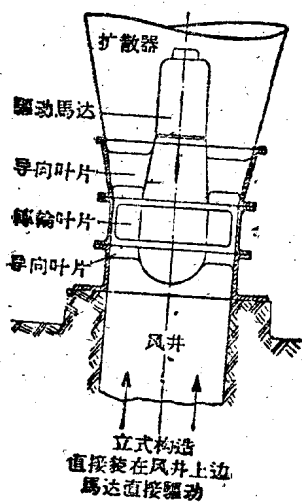


图 7

第二章 主要扇风机

第一节 輻射式扇风机

1. 不会发生损耗的机器的工作原理;

可以达到的压差

我們首先假定，轉輪的輪叶是平直地成輻射形的（图 8）。风流能够輻射地进入轉輪。我們用指数 2 来标識进风。假定进风速度为 C_2 。这个速度又可分解为圓周速度 u_2 与相对速度 W_2 。这个相对速度正是一个伴随轉輪而移动的觀測者在风流进入轉輪的那一刹那所測得的速度。圓周速度与相对速度相加的几何形的和就是絕對速度。在完全成輻射状而又平直的輪叶的条件下，而且又没有导向叶片使风向受到一个切綫分力，一个“扭轉”的作用时，絕對速度 C_2 的方向就会与輪叶的方向符合。在正規情况下，通常的矿用扇风机都不使用这种在轉輪前边装置导向器的办法。因为如果相对速度 W_2 的方向和輪叶的方向不相符时，它就会撞击于輪叶的压力那一側的壁面。如果輪叶的壁面是弯曲的，使入风弯曲面的切綫与 W_2 的方向相符，就形成了无撞击的入风（图 9）。輪叶的入风角 β'_2 必須具有一定的值，这个值是不同于 90° 的。这个角是和速度三角形里介于圓周速度与相对速度之間的 β_2 角相等。也可以和图 23 所表示的那种情况来比較，其輪叶虽是弯曲的，但是它的入风却是会发生撞击的。在有作用的，因而也就是会发生损耗的那种輻射扇风机上所引起的入风撞击就意味着有效

能量的重大损失，它对于所造成的压差和效率发生显著的降低作用。

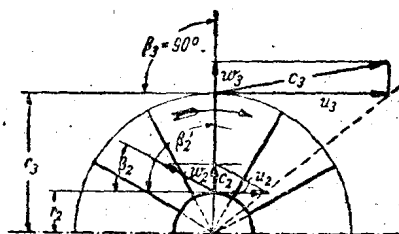


图 8

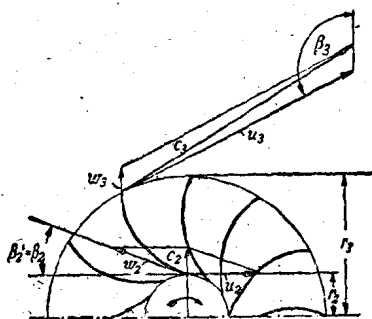


图 9

假定叶片布置得很密，则在极限情况下的叶片数目就成为无限大的，于是风流就会在叶片出风角 β_s 处离开转轮。图8上所画的这个角是 90° ，而图9上的就更大一些。这一情况，即 $\beta_s > 90^\circ$ 的是叶片向前弯曲的情况。如果叶片向后弯曲，那就是 $\beta_s < 90^\circ$ 。当风流穿过叶片沟时，其相对速度就会降低，因为贯穿风流的横截面扩大了。圆周

速度則系随着出风半径对入风半径之比， $r_3:r_2$ 而增加的。绝对速度 C ，如图8与图9所直接表示的那样也要增加。

这是适应于：

$$W_3 < W_2,$$

$$u_3 > u_2,$$

$$C_3 > C_2.$$

如果不计算所有的流动损失，那么已达到的压力的上升即为：

$$\Delta P = -\frac{\gamma}{2g} \left[(C_3^2 - C_2^2) + (u_3^2 - u_2^2) + (W_2^2 - W_3^2) \right]. \quad (7)$$

方程式(7)内的三个主项的每一项都是代表两种速度位能之差的，如果抛开因素 γ 不论，因此速度位能的通用式即为

$$\frac{C^2}{2g} \text{ 或 } \frac{u^2}{2g} \text{ 及 } \frac{W^2}{2g}.$$

一定的压头是相当于每一种速度位能，亦即在比重 γ 下，对于每一个受压面积单位（每平方米1公斤）所加的力量，空气柱高度都相当于每一个速度位能（图10）。速度与压头的关系可以这样来表示：与压力 $P = h \cdot \gamma = \frac{C^2}{2g} \cdot \gamma$ 相当的压头 h 正是一个以最初速度 C 向上抛掷的介质的分子所离开原始位置而达到的高度，如果不计其摩擦损失。

(7)式中的第一项 $\frac{\gamma}{2g} (C_3^2 - C_2^2)$ 表示压力的上升，