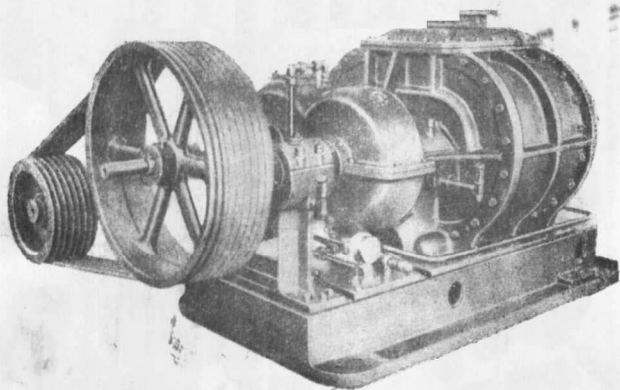


石油工人学习叢書

鼓风机的安裝和檢修

唐广蓀 周景和編著



石油工业出版社

內 容 提 要

这个小册子非常簡單扼要的講述了鼓风机的構造和性能，比較具体的講述了鼓风机的安裝和維護檢修，以及在操作中應該注意的事項。

這本書写得通俗易懂，适合于掌握輸送气体机械的工人、安裝工人学习，也可以供基层领导同志参考。

統一書号：T15037·315

石油工人学习叢書

鼓 風 机 的 安 装 和 檢 修

唐 广 森 周 景 和 編 著

*

石油工业出版社出版（地址：北京六鋪炕石油工業部內）

北京市書刊出版登記證許可證出字號089號

石油工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * 印張2 $\frac{1}{2}$ * 49千字 * 印1—1,080册

1958年1月北京第1版第1次印刷

定价(11)0.50元

目 录

第一章 鼓风机的構造	1
一、輸送气体机械概說	1
二、鼓风机的構造	3
第二章 鼓风机的性能	11
第三章 鼓风机的基础	19
一、基础概說	19
二、混凝土基础的施工方法	19
三、鋼結構基础施工方法	23
第四章 鼓风机的安裝	24
一、安裝时应注意事項	25
二、安裝操作方法說明	26
三、安裝記錄	37
第五章 鼓风机的檢修	38
一、檢修前的准备工作	38
二、鼓风机的解体	39
三、檢查程序和操作	42
四、鼓风机的靜平衡	47
五、檢修記錄	53
第六章 安裝檢修的質量标准	54
一、基础和机座	54
二、机体和外殼	55
三、軸承	56
四、密封裝置和靠背輪	60

第七章 鼓风机振动的原因和维护	61
一、鼓风机振动的原因和检查处理方法	62
二、鼓风机的维护	64
第八章 鼓风机的操作和注意事项	65
一、鼓风机的操作说明	65
二、调节风量和风压的方法	68
三、正常运转注意事项	70
附 录	71

第一章 鼓风机的構造

一、輸送气体机械概說

現代工業中，气体的輸送是生产过程的重要环节之一。因为工艺上所需要的輸送气体（如空气、煤气等）的技术条件和数量不同，所以运输气体的机械分为压缩机、鼓风机和通风机三类。它們的主要区别是所輸送气体的压力不同，並且在結構形式和机械性能上也有差别。

1. 气体压缩机 气体压缩机是利用压缩机的机构运动，来改变气体的体积的。这就是气体在压缩机气缸内受外力作用时，体积縮小了，温度升高并增加了压力。压缩机的压缩比为3—1000，其绝对压力可达到1000大气压以上。压缩机按它的作用原理可分为三种：

(1) 往复式压缩机 这种压缩机和往复泵的作用原理相同。是运用活塞在气缸内运动，使工作室縮小而强制压缩气体的。多段式的压力可到1000大气压。

(2) 旋轉压缩机 是运用一定形状的一个或两个机件旋轉，間歇地形成一密閉空間，吸入低压气体。机件再繼續运动时，空間縮小而將气体压缩从压出导管中排出。它的压力可到5个绝对大气压左右。

(3) 渦輪压缩机 它的作用原理和离心泵相同。其特点是工作翼輪不断迴轉，无强制压缩，也就是由于慣性力的作用而压缩气体。

2. 鼓风机 鼓风机工作时是运用翼輪在密閉的螺絲形殼

內旋轉，在旋轉時，氣體因離心力的作用，由翼輪的中心被拋到圓周，因為氣體體積縮小而增高了密度，產生了靜壓力。同時氣體由內圓周拋至外圓周而加大了速度，也就是增加了動能（動壓頭）。鼓風機所能產生的壓力比壓縮機小些，通常是1.1絕對大氣壓到3絕對大氣壓。

3. 通風機 它的作用原理和結構形式基本上和鼓風機相同，但其所產生的壓力比鼓風機小些。一般是1絕對大氣壓到1.1絕對大氣壓。

當鼓風機的翼輪旋轉時，由於它本身有向心力的作用，所以輪輻和葉片不致離開轉動的軸。因為翼輪外圓周是開了口的，所以氣體自中心甩出時具有力量，這力量就是離心力。離心力的作用就會使氣體產生壓力。我們知道壓力是單位面積上所受氣體的作用力。上面說過，當氣體甩出外圓周時，體積縮小。氣體直接壓在螺絲形外殼的內壁上，具有頗大的壓力（靜壓力）。同時由於氣體到了翼輪的外圓周時，增加了速度，產生了動能（動壓頭），所以能夠輸送氣體到需要的地方去。

鼓風機的壓力，常用公厘水柱或公厘水銀柱表示，因為工業上1個大氣壓力是1平方公分的面積上受1公斤的力量。寫成等式是：

$$1 \text{ 個大氣壓力} = 1 \text{ 公斤/平方公分。}$$

重度是物體單位體積所含有的重量。例如1立方公尺氣體的重量是12.5公斤，這氣體的重度就是12.5公斤/立方公尺。設 γ = 重度， H = 液柱高度（公尺）， P = 壓力。這樣可以寫出1平方公尺的液柱底面積上所受壓力為：

$$P = \gamma \times H.$$

或

$$H = \frac{P}{\gamma}$$

由物理学上知道在4°C时，1立方公尺水的重量是1000公斤，用重度表示： $\gamma = 1000$ 公斤/立方公尺。又1立方公尺的水银在0°C时的重度为13576公斤，所以水银的重度 $\gamma = 13576$ 公斤/立方公尺。假设水柱的高度是10公尺，即 $H = 10$ 公尺，则 $\gamma \times H = 1000 \times 10 = 10000$ 公斤/平方公尺。所以工业上：1工业大气压力 = 10000公斤/平方公尺 = $\frac{10000}{1000} = 10$ 公尺水柱(4°C)。

因为1公尺 = 1000公厘，

所以1工业大气压力 = $10 \times 1000 = 10000$ 公厘水柱。

又 1个大气压力 = 10000公斤/平方公尺 = $\frac{10000}{13.575} = 760$ 公厘水银柱(0°C)。

二、鼓风机的构造

鼓风机主要由翼轮(包括轴)、外壳和轴承等三部份组成。如图1所示，翼轮用键固定在轴上放在外壳中，轴又从外壳中央伸出放在轴承内。由这三部份所组成的机构叫做机体。机体用螺丝钉固定在机座上，机体和机座一齐用地脚螺丝固定在基础上。高压或低压鼓风机在学理上和基本构造上是相同的，但高压鼓风机的每个叶片的甩力特别强大，所以使用的材料需要坚固的。

现在将这三部份的构造说明如下：

1. 翼轮 它是鼓风机的最主要部份。当它旋转时，气体由轴向进入翼轮中央经叶片向外甩出。由于翼轮旋转时所产生的

离心力的作用因而产生压力。翼輪的形式可分單面进风和双面进风两种。

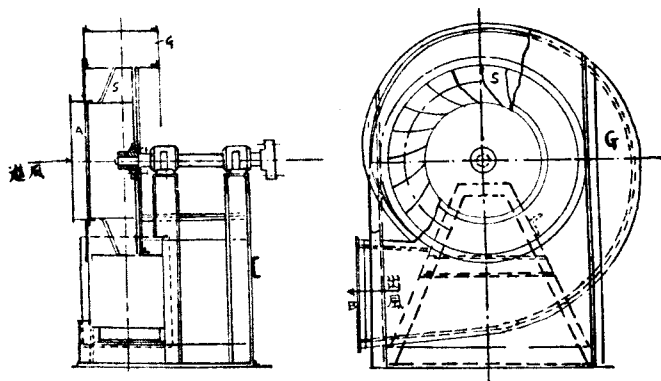


圖 1 鼓風机总体結構圖

A—进风口；B—出风口；S—翼輪；G—外殼。

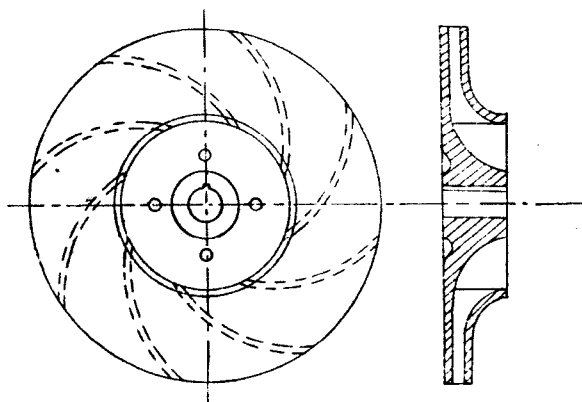


圖 2 單面进風口翼輪結構圖

單面進風的鼓風機(圖2)的翼輪由兩塊當中鑲嵌葉片的圓形的板組成。一塊板是封閉的，叫作輪輻。輪輻的中央鑲有由鑄鐵或鑄鋼制成的輪殼，軸就鑲在輪殼的中央。另一塊板是有圓形開口的，叫作葉板圈，使氣體從開口進入翼輪內。輪輻和葉板圈所用的材料相同，但輪輻厚，葉板圈較薄。葉片就以一定排列的方向、相等的間隔，鑲在或焊在這兩塊鋼板上。

雙面進風的鼓風機(圖3)大体上和單面進風的相似，但輪輻只有一塊板，它的兩邊各有葉板圈一塊。三塊板當中鑲有兩組葉片，能使翼輪兩面都能夠進風。

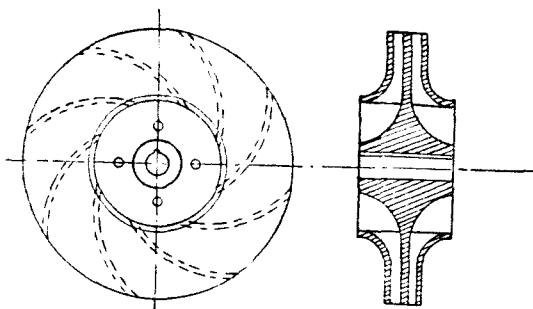


圖3 雙面進風口翼輪結構圖

極小型鼓風機的翼輪是用鑄鐵或鑄銅制成的；也有輪輻是鑄件，葉片彎成槽形鑲在輪輻和葉板圈上的；也有完全用鑄鐵制成的，這種翼輪葉片數目很少，一般是4片、6片、和12片。凡葉片彎曲方向和旋轉方向相同的叫前向彎曲，方向相反的叫後向彎曲。

大型鼓風機常用炭素鋼板、合金鋼板或鋁板制成輪輻和

叶板圈，輪殼則用鑄鐵、鑄鋼或鑄鋁制成。某些鼓風機也有用角鋼作支持物支撐輪緣的，叫作輪輻。葉片與輪輻、葉板圈及輪輻彼此鑄牢，輪輻再和輪殼鑄牢。也有用三支、四支或八支拉筋撐在輪輻和輪殼當中，用以抵抗運動時可能發生的振動。

大型鼓風機翼輪的葉片自20片到64片，隨葉板圈內外周徑而有不同。如葉板圈的內外直徑相差較小，葉片的數目就多一些。

低壓鼓風機所產生的壓力是100公厘水柱左右，它的葉片沿翼輪直徑方向的高度很短，也就是說翼輪的葉板圈的外徑大於內徑有限。雖有大量風通過，因為寬度很大所以所用材料比較薄弱。這種鼓風機不適合高轉數，一般為100—500轉/分。

高壓鼓風機常常是提高轉數，使每一葉片甩出的力量強大，所以它沿直徑方向的高度較長，輪輻和葉板圈的距離縮小，顯得狹窄。因為轉速越大，翼輪材料的應力也越大（成平方的增加）。由於材料受了一定強度的限制，所以鼓風機的轉數也就受了限制。凡翼輪的外圓周速度為180—200公尺/秒，出口風壓為進口風壓的1.2—1.3倍時，可以用普通鋼板製造。外圓周速度達到300公尺/秒時，必須用鎳鉻合金鋼。外圓周速度達到480公尺/秒時，需要用更好的合金鋼（除鎳、鉻外尚需加少量的鎢、鉬）。葉片和翼輪不能用鉚接的辦法了，翼輪先鍛成整塊，氣道用銑刀銑出，成半敞式翼輪。如果雙面進風須用半敞式翼輪，其出口壓力和進口壓力的比例常為1.2—1.3倍，超過了這範圍，常用多段翼輪來解決。

2. 外殼 鼓風機的外殼都是蝸卷式的。由於壓力不同，在設計時，除根據壓力的高低進行計算外，還要考慮到腐蝕問題。如果是輸送高溫氣體，還要注意耐熱條件，更重要的是密封防止漏氣。小型鼓風機的外殼除採用鑄造外，如果是輸送有腐蝕性的氣體或高溫氣體時，也有採用合金鋼板製造的。普通外殼常用炭素鋼板焊接或鉚接製成，分為上下兩瓣，其接口處焊上法蘭并用螺絲擰緊。接口要加放填料（如紙、石棉繩等）以防止漏氣。外殼底部有支架和機座（或基礎）相連接，也用螺絲釘擰緊。外殼的切面以出口壓力大小而定，有矩形、橢圓形或特殊形狀等。外殼用鋼板組成，如容積較大時，外面應加強固拉筋以使其能夠穩定。翼輪和外殼進風口處的間隙，一般不超過翼輪直徑的 $1/100$ 。

因為翼輪是在外殼當中的轉動部份，所以用鍵將它和輪殼、軸彼此固定起來，成為一個整體，再用軸承支承。但外殼和轉動軸伸出外殼部份，必須開口。為了防止這開口漏氣，除應保持一定的間隙外，可用油封或氣封的方法，使鼓風機內部氣體不致外竄，而外面的氣體不致侵入鼓風機內。在安裝或檢修時，這部份是很重要的。它的間隙公差都很嚴格，現在就來談一談：

(1) 油封 在外殼通過軸的開口處，安裝一個油溝環（多用鑄鐵）。環上有凸凹槽紋數圈（一般有三、五、七圈），溝環和軸有一定的間隙（一般為0.25—0.8公厘）。軸上也有帶凸凹的槽紋圈和兩端的擋油圈。使軸上的槽紋圈正落在油溝中，槽紋圈頂和底也有一定的間隙。當運轉時，自外面油壺加油使溝槽中充滿了半固體潤滑油。如鼓風機內氣體的壓力和外面空氣的壓力有差別，有了油封就可以使氣體不致

竄入或漏出。

(2) 气封 气封多用在高压鼓风机，有气封装置的鼓风机常用來輸送煤气或其他有机化合物气体，以及有毒性的气体。它的作用为使內气体不致由內漏出。气封的構造如图 4 所示，是一圈多溝的帶形环，圍繞在需要封住高压气体的外殼上。軸穿过迷宫环而伸出外殼。机构学上把这种装置叫做迷宫环或卫帶环。这环常用銅片、鋁合金或鉛基巴氏合金（巴氏合金 BT 号）制成。合金鑲在一鋼制圓环上，再將它固定在外殼上。在迷宫环相应位置的軸上也有帶凸紋的槽紋圈，凸紋数目与槽紋数相同，使軸上凸紋正落在迷宫环的溝內，彼此間有一定的間隙（徑向間隙約 0.25—0.8 公厘，軸向間隙为軸的最大串量）。但也有軸上不作凸出圓环的，如軸上沒有凸出圓环，它們彼此間間的間隙应在 1 公厘以內，最好能达到 0.4 公厘。这样一來

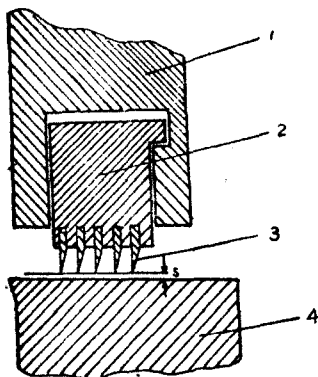


圖 4 迷宫环構造圖

1—外殼；2—鋼环；3—迷宫环；
4—軸； $S=0.25-0.8$ 公厘。

高压部份漏气的問題就可以解决了。

3. 軸承 軸承是用以支承轉动翼輪的固定支架。按鼓风机的应用情形，可以分为兩类，就是滑动摩擦軸承和滚动（滾珠和滾柱）軸承。現在分別在下面來談談：

(1) 滑动摩擦軸承 現在使用的分件式軸承有很多种式样。图 5 所示的标准軸承，構造比較簡單，但却包含了所有

重要部份。它由下列各部份組成：

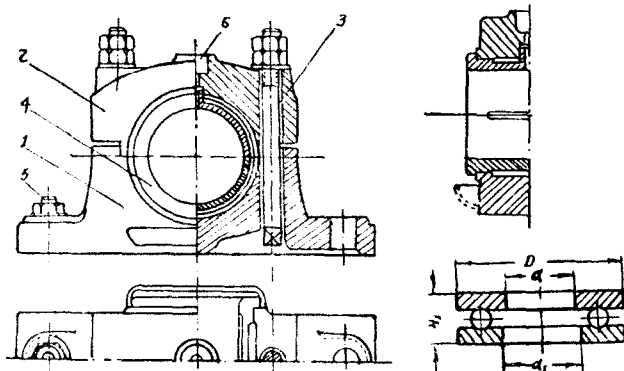


圖 5 滑动摩擦軸承圖

1) 軸承底座 1 它是軸承的基礎，承受軸頸的壓力并傳遞此壓力到支承結構（基礎）上。

2) 軸承蓋 2 蓋在軸承上面的部份。

3) 襯套 4 是可分開的，由兩塊襯瓦組成，其中一塊放在軸頸下面，另一塊在軸頸上面。

4) 軸承蓋螺栓 3 連接底座與軸承蓋。

5) 固定螺栓 5 將底座固定在機座上。

6) 潤滑油貯藏器 6 用于貯藏軸頸所需小量的潤滑油，這貯藏器位于軸承蓋上。

滑动摩擦軸承有三點優點：

1) 軸承蓋和底座留有間隙（通常是 5 公厘），當有摩擦時，可以調整螺栓。

2) 能很快地更換磨壞的瓦。

3) 能經常加潤滑油到軸上。

軸瓦是軸承最重要的部份。當直接受軸頸的壓力的時候，它應該能很好地抵抗磨損，具有足夠的延性，必須能受沖擊載荷的作用而不致失效。要使軸瓦具備上述性能，常用磷青銅或巴氏合金來制成。軸瓦的襯套上常制成有燕尾式斷面的槽。瓦的表面制有溝槽，以便順着軸的方向均勻分布潤滑油。

在同一鼓風機上的軸承，又可分為推力軸承和徑向軸承（有的書上也叫“軸承”或“承力軸承”）。因為大型鼓風機常用兩個或兩個以上的軸承。在軸的一端靠近靠背輪（對輪）的常常是推力軸承，靠近鼓風機的是徑向軸承。

(2) 滾動軸承 上述滑動摩擦軸承，應用雖廣，但由於摩擦損失大，潤滑油消耗也大，並且軸承沿軸長度所佔地方很大。為避免上述缺點，就要把滑動摩擦變為滾動摩擦，也就是應用滾珠和滾柱軸承。如圖 6 所示，外座圈 2 固定於軸承蓋與底座上，內座圈 1 固定在軸上。兩圈當中安裝經過淬火的鋼珠（或鋼柱）。當軸轉動時，鋼珠（或鋼柱）在兩座圈上的特制凹槽中滾動。

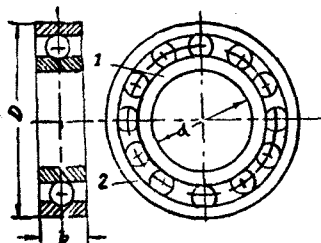


圖 6 滾珠軸承圖

1—內座圈；2—外座圈。

滾動軸承按它們所能承受載荷能力的大小，分為三種類型：

型：

1) 輕型 能承受徑向和軸向的載荷小，用單排滾珠或滾柱。

2) 中型 能承受徑向和軸向的載荷不太大，用單排或雙

排滾珠或滾柱。

3) 重型 能承受徑向和軸向載荷都大，用雙排滾珠或滾柱。

小型鼓風機可用滾珠或滾柱軸承。大型的多用滑動摩擦軸承。應用滑動摩擦軸承時，要防止潤滑油流出。應用滾珠軸承，要防止灰塵進入。當鼓風機上有兩個或兩個以上軸承時，一端軸承必須固定，以便接受推力。另一端軸承必須有伸縮余地，以免在運動時因外殼受熱膨脹伸長而發生故障。如果是輸送熱氣體，軸承應有水套，以便冷卻由軸傳來的熱。小型鼓風機的軸承可直接安裝在外殼上。大型鼓風機的軸承需要另設立軸承架。

第二章 鼓風機的性能

在鼓風機上常有一個銘牌，銘牌上註明鼓風機的規格。這實際上也就是鼓風機的性能。我們對鼓風機的性能，需要較深入的了解，只有這樣才能使我們的技術提高，工作有效，以延長鼓風機的運轉周期和使用年限。

1. 風量 風量是鼓風機在一定時間內輸送氣體的數量。也就是每小時或每分鐘所能送出氣體的容量，常用立方公尺/時或立方公尺/分表示。在設計鼓風機時，只有按照風量(V)的大小，才能決定機體和配件的尺寸。

因氣體經過正在旋轉的翼輪時，由於離心力的作用而將氣體壓縮（即氣體的密度增大），所以氣體的重量也隨壓力的大小而改變。在設計或進行計算時，可約略取壓縮操作最初和最終時的平均值作為氣體的重量。但1000公厘水柱及其

以下压力的鼓风机，由于气体的压力变化不大，因此，气体重度变化可以不計。

如已知风量，我們就可决定鼓风机最基本的尺寸，就是进风口的直徑，可用下面的公式：

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{60 \cdot \pi \cdot W_s}} \quad (\text{公尺}) \quad (1)$$

式中 V ——鼓风机的风量（生产能力），立方公尺；

W_s ——气体在进口时的速度，公尺/秒；

d ——进风口的直徑，公尺。

例題 已知某鼓风机的生产能力是300立方公尺/分。試求进风口的直徑。

[解] 依公式(1) $d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{60 \cdot \pi \cdot W_s}}$ ，已知 $V = 300$

立方公尺/分， $W_s = 30$ 公尺/秒；

$$\text{所以 } d = \sqrt{\frac{4 \times 300}{60 \times 3.14 \times 30}} = \sqrt{\frac{1200}{5652}} = 460 \text{公厘。}$$

鼓风机的內徑一般等于进风口的直徑，或者稍大一点。鼓风机的外徑常为內徑的1.1—2.2倍。这倍数叫做翼輪直徑比。一般經驗比值列述于下：

高压鼓风机，气体压力在800公厘水柱或800公厘水柱以上；外直徑=1.6—2.2倍內直徑。

中压鼓风机，气体压力在120—600公厘水柱；外直徑=1.5—1.6倍內直徑。

低压鼓风机，气体压力在100公厘水柱左右；外直徑=1.1—1.5倍內直徑。

W_s 是气体进口时的绝对速度，它的数值常採用11—30公尺/秒。 W_d 是气体离开翼輪后在压气管內的绝对速度，其常用数值为10—30公尺/秒。

高压鼓风机: $W_s = 15—30$ 公尺/秒;

$W_d = 20—30$ 公尺/秒。

中压鼓风机: $W_s = 12—19$ 公尺/秒;

$W_d = 15—22$ 公尺/秒。

低压鼓风机: $W_s = 10—14$ 公尺/秒;

$W_d = 12—19$ 公尺/秒。

德国卜惠德烈氏对 W_s 的计算，所用公式如下：

$$W_s = 0.2—0.4 \sqrt{2gH} \quad (\text{公尺/秒})。 \quad (2)$$

式中 H ——10—300公尺气柱，此时 W_s 的平均值是5—30公尺/秒；

g ——重力加速度=9.81公尺/秒²；

W_s ——气体进出口的绝对速度(公尺/秒)。

如果不知道鼓风机的风量，我們可以先測得它的直径和进口速度，就可求出它的风量。

2. 压力 鼓风机常用公厘水柱或公厘水銀柱作單位以表示压力。它的总压力(ΔP)可由气体离翼輪时的静压力(p_d)減去气体进入鼓风机前的绝对压力(一般情形是大气压力；即 $p_d - p_o =$ 静压力差)，加上气体离开翼輪后的速度高度

$\frac{W_d^2}{2g}$ ，即可求得：

$$\Delta P = p_d - p_o + \frac{W_d^2}{2g} \times \gamma \quad (\text{公厘水柱})。 \quad (3)$$