

# 实验一 离心风机(或泵)性能测试

## 一、实验目的

- 1、熟悉风机各项性能参数及测试方法；
- 2、测定固定转速下离心风机的特性曲线。

## 二、实验装置及流程

图 1 为测定上述曲线的实验装置流程。

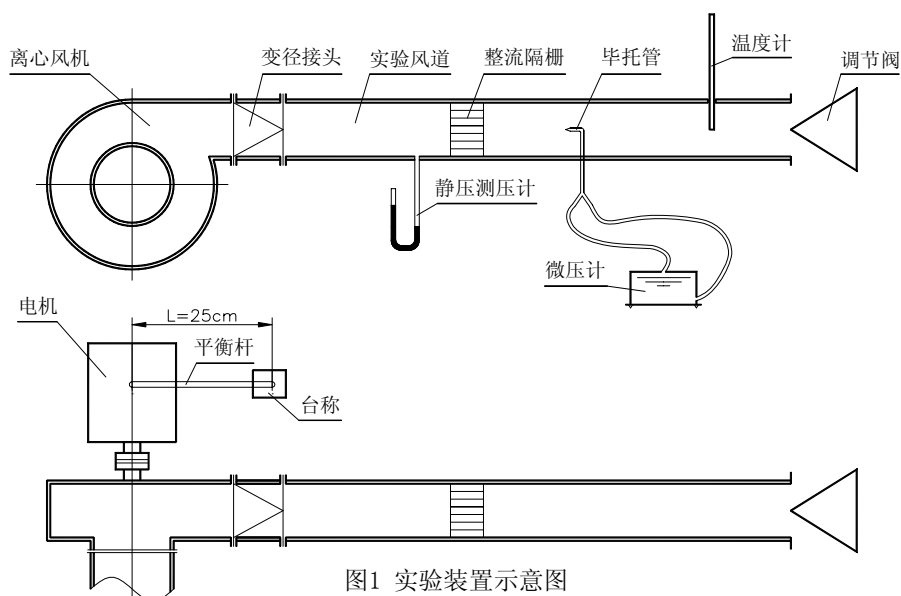


图1 实验装置示意图

## 三、实验原理

固定转速 $n$ 下离心风机的特性曲线有三条，即 $P_{全}-Q$ 曲线； $N_{轴}-Q$ 曲线； $\eta-Q$ 曲线，如图 2 所示。

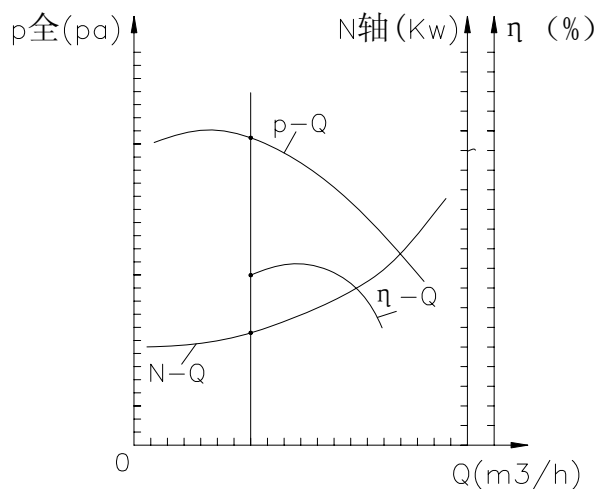


图2 固定转速下的离心风机特性曲线

在转速 $n$ 不变时，一个流量 $Q$ 对应一组 $P$ 、 $N$ 、 $\eta$ 值，分别测定在不同流量时各组的 $P$ 、 $N$ 、 $\eta$ 值，将所测得数据进行处理，然后再用光滑曲线联接起来就得到 $P$ 全— $Q$ 曲线； $N$ 轴— $Q$ 曲线； $\eta$ — $Q$ 曲线。

上述这些参数的测定方法：

1、动压 $P_d$ 和风量 $Q$ 测试：

将风道截面 A—A 分成若干等面积的圆环(如图 3)。本试验台风道内径  $d=184\text{mm}$ ，风速测点的位置分别为：

$$r_1=28.5\text{mm} \quad r_2=49.3\text{mm} \quad r_3=63.6\text{mm} \quad r_4=75.3\text{mm} \quad r_5=85.4\text{mm}$$

用比托管及微压计测定各点的动压值：

$$P_d = \rho' gl \cdot \sin \alpha \quad (P_a) \quad (1)$$

式中： $P_d$ —为测点动压，(Pa)

$\rho'$ —微压计内酒精密度，可取  $\rho' = 800\text{kg/m}^3$

$l$ —微压计读值 (m)

在本实验中微压计为直接读取动压值

该点速度  $u$ ：

$$u = \sqrt{\frac{2P_d}{\rho}} \quad (\text{m/s}) \quad (2)$$

$\rho$  为空气密度，由温度计测得空气温度后可查表得出。

断面A—A上的平均动压值 $P_{dm}$

$$P_{dm} = \left( \frac{\sqrt{P_{d1}} + \sqrt{P_{d2}} \dots \sqrt{P_{dn}}}{n} \right)^2 \quad (P_a) \quad (3)$$

式中： $n$ 为测点数。

断面平均风速  $v$ ：

$$v = \sqrt{\frac{2P_{dm}}{\rho}} \quad (\text{m/s}) \quad (4)$$

风量  $Q$ ：

$$Q = v \cdot \frac{\pi d^2}{4} \times 3600 \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (5)$$

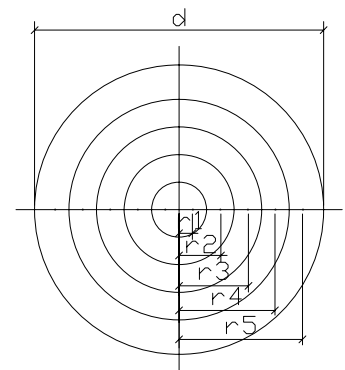


图3 风管断面等面积分环图

## 2、风压 $P_{全}$ 测试

$$P_{全} = P_{st} + 1.15Pd_m \quad (6)$$

式中： $Pd$ —动压，Pa；

$P_{全}$ —风机风压，又称风机全压，Pa；

$P_{st}$ —静压，可在静压测点处由 U 形管读出，Pa；

$Pd_m$ —平均动压，在风量测试时读出，考虑到从风机出口至静压测点存在显赫压力损失，所以用  $0.15 Pd_{cm}$  值加以修正，此值很小，一般亦可忽略不计，Pa。

有时要求计算风机的出口静压  $P'_{st}$  和出口动压  $P'd_m$  可用连续方程，首先算出风机出口断面平均风速  $v'$ ：

$$v' = \frac{Q}{A' \cdot 3600} \quad (7)$$

式中： $v'$ —风机出口断面平均风速，m/s；

$A'$ —为风机出口面积， $m^2$ 。

风机出口动压  $P'd_m$ ：

$$P'd_{cm} = \frac{\rho v'^2}{2} \quad (Pa) \quad (8)$$

风机出口静压  $P'_{st}$  应为风机全压  $P$  与出口动压  $P'd_m$  之差，即：

$$P'_{st} = P - P'_{d_m} \quad (Pa) \quad (9)$$

## 3、功率测试

本试验采用平衡电机法测定风机的输入功率，即轴功率  $N_{轴}$ ：

$$N_{轴} = M \cdot \omega \quad (W) \quad (10)$$

$M$  为作用在风机轴上的力矩，也是作用在电机轴上的反力矩，测读台称读数(N)，量出力臂长度  $L(m)$  得出：

$$M = F \cdot L \cdot 100 \quad (N \cdot m) \quad (11)$$

$\omega$  为轴的旋转速度，用转速表直接测定轴转速  $n(r/min, \text{转/分})$ 。

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad (1/s, 1/秒) \quad (12)$$

4、效率  $\eta$  计算:

各风量下的效率  $\eta$  可由下式算出:

$$\eta = \frac{P \cdot Q}{3600N} \quad (\%) \quad (13)$$

#### 四、实验步骤

1、记录各项实验数据:

$\rho$ : 空气密度, ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), 由温度计读出温度, 查表得出;

$\rho'$ : 微压计内酒精密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), 一般可取  $800 \text{ kg}/\text{m}^3$ ;

$d$ : 风管直径, (m);

$A'$ : 风机出口面积, ( $\text{m}^2$ );  $L$ : 平衡电机力臂L, (m)。

2、将阀门关闭, 开启风机, 此时  $Q=0$ , 测定零流量时的 P、N 值。对离心风机, 此时功率 N 最小,  $\eta=0$ 。

3、逐渐加大阀门开度, 每加大一次开度, 测定一组 Q、P、N 值和计算一次  $\eta$  值, 逐次加大开度可得出不同流量 Q 下的 P、N、 $\eta$  值。

4、将实验结果点绘在方格纸上, 即可得到转速n下的  $P_{全}-Q$ 、 $N_{轴}-Q$ 、 $\eta-Q$  的关系曲线。

风量和动压测定按如下步骤:

1、在动压管上按测点位置  $r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$ 、 $r_4$ 、 $r_5$  作出插入风道的位置标记;

2、启动风机, 调节阀门至某一风量;

3、在不同分量 Q 时分别测定不同 r 处的动压值;

#### 五、注意事项

1、在一组 Q、P、N 测定过程中, 不可改变调节阀门的开度。

2、微压计液面上下波动时, 取其波动平均值  $l$ 。

3、在改变阀门开度或将毕托管伸入风管时, 时刻注意微压计的量程, 防止酒精冲出。

4、电机转速 “n” 一定。

5、当地大气压 P 考虑为 1atm。

6、在 1atm,  $0^\circ \text{C}$  时,  $\rho_{标} = 1.293 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。

7、风机的标准性能曲线是在一定的转速和气体密度下 ( $\rho = 1.2 \text{ kg}/\text{m}^3$ ) 绘制的。实际操作

情况下的工况密度不一定是  $\rho = 1.2\text{kg/m}^3$ ，应转换成标准性能曲线。本实验不要求进行转换。

严格说，随着风量增大，转速  $n$  会有稍微变小的趋势，其变化量可用比例定律  $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，

$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$ ， $\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$ ， $\eta_1 = \eta_2$  加以修正。但因  $n$  变化很小，作为教学实验，亦可不

加修正。

## 六、数据记录

### 风速风量测定数据记录表

实验 次数 :	测点动压 $P_d$ (Pa)		平均动压 $P_{dm}$ (Pa)	断面平均风速 $v$ (m/s)	风量 $Q$ ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
	NO	$P_d$			
<b>1</b>					
	<b>1</b>				
	<b>2</b>				
	<b>3</b>				
	<b>4</b>				
	<b>5</b>				
<b>2</b>	NO	$P_d$			
	<b>1</b>				
	<b>2</b>				
	<b>3</b>				
	<b>4</b>				
	<b>5</b>				
<b>3</b>	NO				

	<b>1</b>	$P_d$			
	<b>2</b>				
	<b>3</b>				
	<b>4</b>				
	<b>5</b>				

**风机性能曲线测定数据记录表**

实验 次数 NO	风量 Q 测定			风压测定		轴功率 N 测定					效率 $\eta$ %	
	平均 动压 $P_{dcm}$ Pa	端面 平均风速 $v$ m/s	风量 Q $m^3/h$	静压 P <sub>st</sub> Pa	全压 P Pa	台称 读值 G N	力臂 长度 L m	力矩 M GL1000 KJ	风机 转速 N r/min	角 速 度 1/s		轴功 率 N KW
1												
2												
3												
4												
5												
6												

[注 3]: 1Kg 力=kg×9.81 牛顿。

**七、思考题**

- 1、解释静压为什么能代表气体流过通风机所提高的机械能？
- 2、测量风速(或风量)时的等截面环是如何划分的？
- 3、根据实验结果，分析讨论影响实验测试结果可靠性的主要因素，并提出改进设想。

( 执笔人：周勇敏、孟殿)