

图5 三元叶轮级试验特性曲线

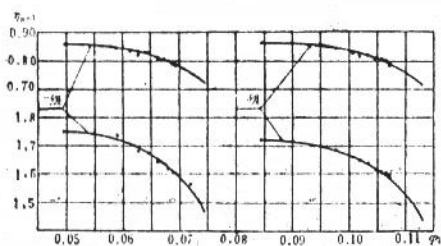


图6 三元叶轮级无因次特性曲线

$$\varphi_1 = Q_{10} / \left( \frac{\pi}{4} P_2^2 U_2 \right)$$

### 参考文献

- [1] 上海机械学院等:《三元叶轮的设计计算》1975.9.
- [2] 苗永森,王尚锦:“径、混流式三元叶轮‘全可控涡’设计的理论和方法”,《工程热物理学报》第二卷,第二期,1981
- [3] Hamrick, G. T., Ginsburg, A., and Osborn, W. M.: “Method of Analysis for Compressible Flow Through Mixedflow Centrifugal Impellers of Arbitrary Design”, NACA, TN 2165, 1952.
- [4] Katsanis, T.: “Use of Arbitrarg Quasi-orthogonal for Calculating Flow Distribution in the Meridional plane of a Turbomachine”, NASA, TN D2546, 1964.
- [5] Stanitz, J. D., Prian, V. D.: “A Rapid Approximate Method for Determining Velocity Distribution of Impeller Blades of Centrifugal Compressors”, NACA, TN2421, 1951

# 长短叶片离心通风机的实验研究

流体机械

1987.10

西安交通大学 桂利川 常鸿寿 谷传纲

## 一、引言

长短叶片离心通风机国内外均有采用,但对其较系统和深入的研究尚少。本文从实验的角度对长短叶片离心通风机的短叶片设置规律进行研究,以供工程设计参考。采用长短叶片的目的是为了减小叶片入口处的阻塞,降低叶道扩张角以减少分离损失;减小滑移系数而提高作功能力。前向式离心风机采用长短叶片叶轮效果更显著一些。长短叶片叶轮中,短叶片的形式是多样的,但主要问题归结为:(1)短叶片长度变化对风机性能的影响,(2)短

叶片的周向位置对风机性能的影响;(3)短叶片前缘气流冲击亦即安装角度对风机性能的影响。

为了对上述问题进行实验研究,我们建立了通风机实验台。通过大量的对比实验,总结出短叶片长度、周向位置及安装角度对风机效率及压力特性的影响规律。

## 二、实验装置

本实验主要研究前向式离心通风机叶轮采用各种不同结构的短叶片时风机性能的变化规

律。先以四平鼓风机厂提供的9-28型前向离心长短叶片通风机叶轮图纸为基础，用有机玻璃制作了三个叶轮。此三叶轮均采用相同的轮盘轮盖型线，叶片宽度相等，长叶片型线相同，基本结构参数如下：叶轮外径  $D_2=322\text{mm}$ ，叶轮出口宽度  $b_2=37\text{mm}$ ，长叶片进口半径及安装角  $R_1=70\text{mm}$ ， $\beta_{1A}=38^\circ$ ，长叶片出口半径及安装角  $R_2=140\text{mm}$ ， $\beta_{2A}=120^\circ$ 。各叶轮不同结构如下：

轮1没有短叶片。轮2带一组较短的直线型叶片，叶片数目均为16片，其叶道示意图

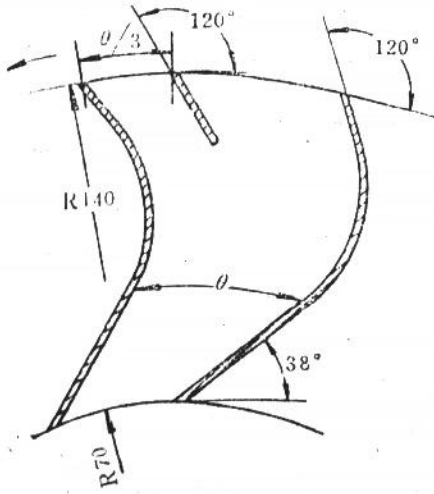


图 1  
 $\theta$  为栅距

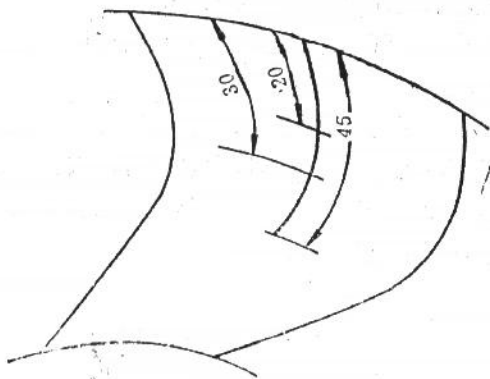


图 2

1。

轮3采用活动短叶片。图2为不同长度短叶片的示意图，图3为不同周向位置放置短叶

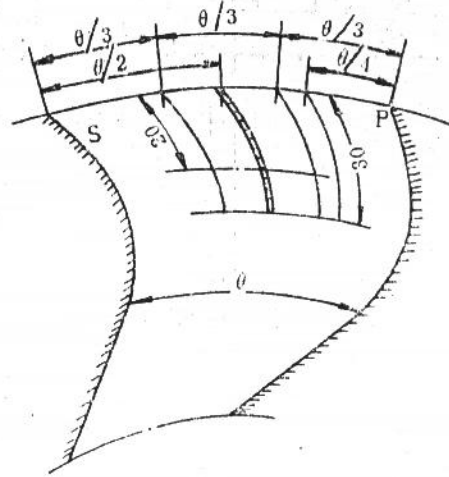


图 3

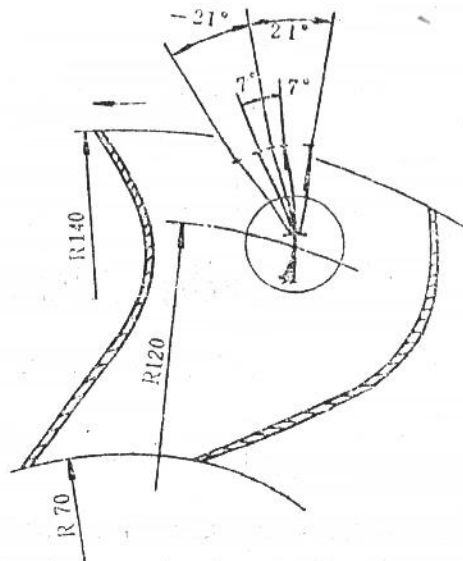


图 4

片的示意图，图4为短叶片改变安装角度的示意图。长叶片数目为12片，短叶片分为长度各为20，30，45mm等几组。

实验装置采用进气风室式，进口用锥形集流器测流量，功率用电测法测量，电机经过专门测试，配有准确的负载曲线。电机同步转速3000rpm。

### 三、结果分析

#### 1. 轮1与轮2的比较

图5为两种叶轮情况下风机的效率曲线及压力系数曲线。图中 $\bar{Q}$ 表示流量系数， $\eta$ 表示全压效率， $\bar{P}$ 表示总压系数。“□”表示轮1的实验点，“○”表示轮2的实验点。

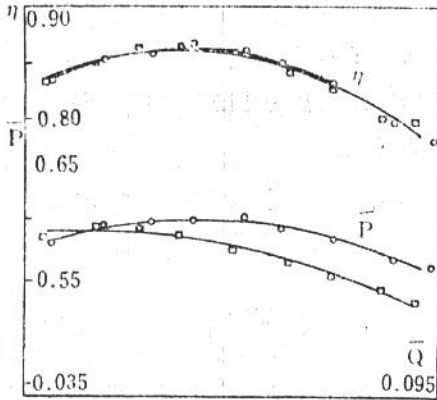


图 5

图中效率曲线基本一致，轮2的压力曲线稍高并平坦一些。这表明，加入短叶片以后可抑制长叶片的分离损失，但其效益被自身带来的摩擦损失和分离损失抵消。曲线表明，加入短叶片使叶轮作功能力增加。

#### 2. 轮3的实验结果

图6给出了采用长度分别为三组不同短叶片时风机的效率和总压系数曲线。其中“□”表示无短叶片情况，“\*”表示短叶片长度

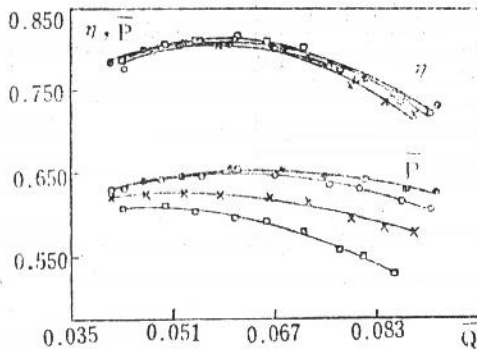


图 6

为20mm的情况，“○”代表短叶片长30mm，“\* ”代表短叶片长度为40mm。

结果表明，加入短叶片并改变其长度时，风机的压力特性有较大变化。加入的短叶片愈长，总压愈高，但其长度增加到一定程度后总压随之增加的幅度减小。效率曲线变化不大也无明显规律。

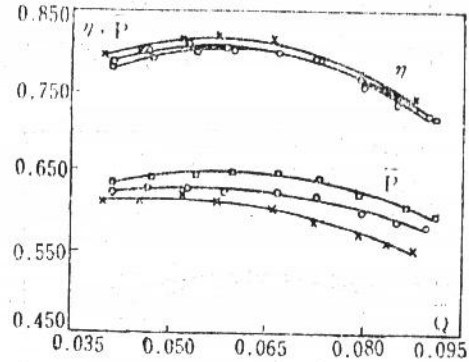


图 7

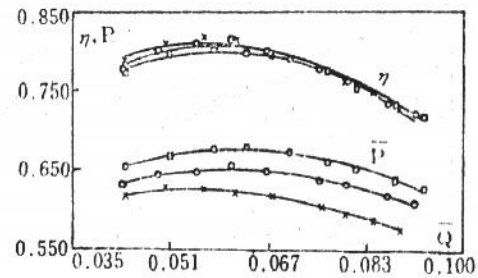


图 8

#### 3. 短叶片的周向位置变动的实验对比

图7、图8分别给出短叶片长度为20mm及30mm时，短叶片位于不同周向位置的风机特性曲线。其中“\*”表示短叶片位于最近吸力面 $\theta/3$ 的实验点，“○”代表短叶片放置在叶道正中的情况，“□”代表短叶片靠近压力面 $\theta/3$ 。

虽然效率变化不大，但明显看出，短叶片靠近长叶片吸力面放置时效率稍高，反之靠近压力面放置效率稍低。

实验表明，短叶片置于长叶叶道的不同周向位置对风机压力特性有较大的影响。短叶片

靠近长叶片压力面放置时, 压力系数较大, 短叶片接近长叶片吸力面时压力系数较小。说明短叶片靠近长叶片压力面放置, 会更有效地减小气流的滑移, 增加叶轮做功能力。但是, 并非愈靠近压力面压力越高, 图9为30mm短叶片靠近压力面 $\theta/3$  (“○”)及 $\theta/4$  (“□”)时的实验结果, 表明短叶片与长叶片压力面相距很近时, 总压反而下降。

#### 4. 短叶片安装角度变化时的实验对比

图10为长度为30mm的短叶片转角较小的

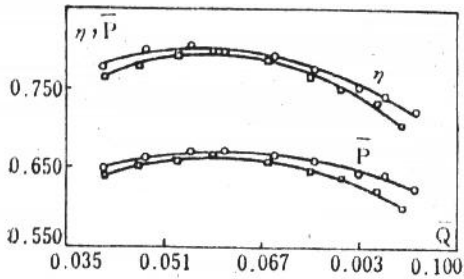


图 9

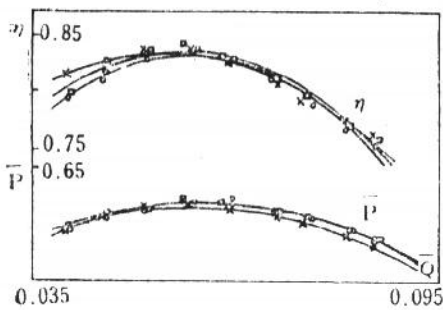


图 10

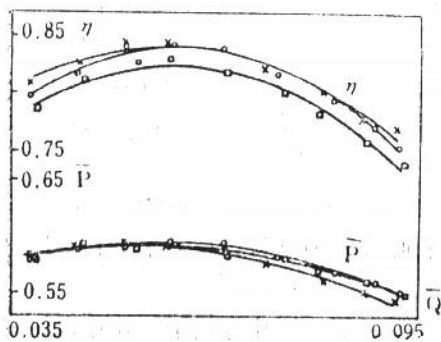


图 11

实验曲线。“□”: 不改变安装角; “\*”: 转角 $3.5^\circ$ ; “○”: 转角 $-3.5^\circ$ 。图11为20mm长度的短叶片较大转角的实验曲线。“○”: 不转角; “\*”: 转角 $21^\circ$ ; “□”: 转角 $-21^\circ$ 。

实验表明: (1) 短叶片对气流冲击不敏感, 效率变化较小, 甚至在20mm短叶片转角 $21^\circ$ 情况下, 效率仅差1.5%; 压力系数变化甚微; (2) 适当地考虑短叶片对气流滑移的迎合对改善风机性能有利。从实验曲线可见, 顺转角使效率曲线稍有改善, 逆转角将降低效率。需说明的是本实验结果限于说明较短的短叶片的情况。

## 四、结 论

1. 具有长短叶片叶轮的离心通风机中, 适当地增加短叶片的长度, 可以提高风机的压力系数; 短叶片长度变化对风机效率无规律性的影响。在离心通风机中恰当地加入短叶片, 可以在保持效率的前提下提高总压, 或者二者均可提高。

2. 短叶片周向位置的变化对风机性能有较明显的影响。短叶片靠近长叶压力面时, 可以更有效地提高叶轮做功能力, 使总压有明显提高, 但并非愈近压力面压力越高。短叶片靠近吸力面放置, 有利于风机效率, 但同样并非愈近吸力面效果愈好。

3. 短叶片前缘对气流冲击不敏感, 其较小安装角度偏差对风机性能影响不大, 但适当考虑短叶片前缘安装角, 使之适应短叶片入口处气流的滑移, 对风机性能改善有利。

