

# 离心风机气动噪声控制的理论与实验研究

胡佳慧

西北民族大学, 甘肃 兰州 730100

摘要: 自离心机有史以来, 工作人员就一直在针对其气动噪声进行实验研究, 并且通过努力终于找到了降低噪声的简便方法, 即识别风机内部主要噪声源并判断其强度变化对噪声进行降低, 确定了离心机噪声蜗壳是离心风机的主要噪声源, 叶轮对噪声产生并没有什么影响, 并且通过研究离心风机气动噪声的产生和传播原理, 为离心机气动噪声的控制及预防作出了理论上的正确推动。本文通过大量的实验研究得到了以上几点控制离心机噪声的重要理论, 一下将其进行全面的阐述。

关键词: 离心风机; 气动噪声控制; 理论与实验研究

中图分类号: TH432 文献标识码: A 文章编号: 1671-5586 (2016) 9-0294-01

随着经济和社会的发展, 人民生活环境噪声越来越受到重视。因此, 我国于2008年10月1日颁发了3套强制性标准, 严格规定了居民生活环境的噪声要求, 然而近年来工业生产中的除尘设备产生的风机噪声经常登上头版头条, 已经严重影响了人们的正常生产生活, 根据《中国风机行业发展分析报告》建议: “高效、低噪声风机研究”应作为我国以后关于风机科研的主要方向。与此同时, 国外也针对风机噪声展开了一系列相关研究, 以达到和我国类似的目的。

## 1 离心风机噪声控制的理论研究

根据多次试验报告经验得出结论: 气动噪声是离心风机正常运转状态下的主要噪声来源之一, 其主要有基频噪声、声波叠加和反射形成的腔体共鸣噪声等。为了便于工作, 我们对企业提供的一台 T9-19 No. 4A 离心风机进行了性能测试, 得到了此台风机最重要的气动噪声来源是基频噪声。我们也根据这类风机的噪声来源特点, 对国内外的研究实验成果进行了参考、分析, 形成了我们对噪声控制研究的主要思维模式: 通过风机内部非定常流动的数值计算, 结合 Lighthill 比拟理论、涡声理论等, 精确分析和鉴别了风机内部噪声源的所处位置、类型和强度, 再通过降低风机的主要噪声来源、强度达到降低离心风机噪声的目的。

但以往对风机噪声的研究主要针对单个叶轮的无限大自由空间辐射噪声, 并不曾考虑到蜗壳的存在, 这也给离心风机噪声控制的研究加大了难度和挑战性。直到2003年国外才有模拟我社对叶轮流动影响的相关研究。我们一行工作人员则以国内外以往的研究成果为理论基础, 建立了实验模型, 将进口装置和蜗壳考虑进了风机噪声来源, 从而得到了新的计算方程, 并给出了相应的解法。实验证明, 只有将理论建立在实际的基础上, 才能全面分析噪声来源, 正确反映噪声传播途径和预测噪声, 这样才能正确得到噪声是否受蜗壳和进口装置反射、散射的影响的答案。

最终我们通过层层研究, 2005年我们提出了一种识别风机内部主要气动噪声生源, 并通过判断噪声生源强度变化, 对风机进行降低噪声的简洁方法。即将非定常流场计算作为基础, 将主要气流的类型、位置和强度通过流体压力脉动情况进行了判断和识别然后对风机结构和流动进行改进, 对主要声源进行再次计算与识别, 若降低了主要噪声源的强度, 则说明我们的改进是行之有效的。接下来的实践也充分证明了我们的方法是一个定性指导降低噪声的简单可行的方法。

## 2 离心风机噪声预测的方法

声学矢量参数的研究作为实验声学和水声学研究领域的研究热点, 基于声振速和声强的矢量声学分析, 能够揭示噪声的传播特征, 并较为普遍的用于声源的识别。然而, 声学矢量参数在气动声学的研究领域中却非常鲜有。直到2007年 LEE 才提出了能够用于间接求出声振速矢量的公式, 即计算声压梯度的计算公式  $G1A$ 。2013年才通过实验研究建立了直接计算声振矢量的计算公式  $V1A$ , 它填补了气动声学在矢

量研究方面多年的空白, 为气动声学的矢量研究打下了坚实的基础, 此后又分别研究发现了气动声场的内多观察点、多频噪声的加速算法, 蜗壳散声的预测方法, 叶片旋转和对流的多重效应对磁场中能量传播影响等多种降低离心风机噪声的入手角度和方法。

## 3 噪声控制方法

### 3.1 多重组合的噪声研究控制

叶片与蜗舌干涉激发的离心噪声是离心风机离心噪声的主要来源。因此, 从控制噪声的经济和有效情况综合考虑, 倾斜蜗舌是现在最合适的控制风机离散噪声的方法, 但蜗舌的倾斜角度、半径以及叶片与蜗舌之间的间隙都是高度敏感的参数, 它们具有影响离心风机的主要性能和噪声强度的作用, 建立倾斜蜗舌也是控制离心风机离散噪声主要环节。利用正交方法计算参数与蜗壳的宽度变化相结合来控制离心风机噪声, 从而得到实验结果: 这种方法可以在不降低风机工作效能的基础上有效的歼敌风机离散噪音。

### 3.2 蜗壳振动噪声控制方法研究

一般的离心风机多采用进口或出口管道连接方式, 其噪声主要表现为经过进口、出口辐射的气动噪声。但在一些有特别需要的场合的离心风机, 其进口、出口的严密性要求极高, 如输送焦炉煤气的风机等。这种气密性极高的风机, 蜗壳震动是向外辐射噪声的主要途径。因此, 我们决定以蜗壳壁面各节点振动速度的平方和为目标函数, 对我可质量分布进行优化设计, 在利用直接边界元法针对优化前后蜗壳结构, 对蜗壳振动产生的噪音进行计算。实际应用结果表明: 优化后比之前蜗壳震动的辐射声功率有了很大程度的减弱。

### 3.3 多翼离心风机降噪研究

各种实验结果表明: 选择合适的椭圆形集流器的结构参数, 并将其安装到合适的位置, 不仅能够提高风机在不同运转速度下的性能, 还能够有效的降低风机的噪音。对比圆形集流器, 椭圆形集流器提高风量和减低噪音的效果都要提高很多。

也有实验表明: 改变蜗壳与叶轮的相对位置也具有极好的降低风机噪音的效果。也就是说, 叶轮中心与蜗壳型线中心相重合, 并不适用于所有应用条件, 而蜗壳与叶轮合适的相对位置则更有利于降低噪音和提高风机性能。

## 小结

本文就离心风机气动噪声控制展开了一系列理论研究和试验实践, 得到了以上的诸多结论和经验, 在此仅供各位同行参考, 如有纰漏, 还望共同研究进步。

## 参考文献

- [1] 赵付, 祁大同, 毛义军. 离心风机气动噪声控制的理论与实验研究[J]. 风机技术, 2013 (6): 24-35.
- [2] 徐震等. 离心风机噪声预测方法的进展与分析[J]. 技术进展, 2011, 39 (7): 35-40.