

美的集团家用空调事业部

研究生联合培养项目需求表

联 培 项 目 编 号： FSNEU-2026-MDKT-22

联 培 项 目 名 称： 高效低噪空调风机设计与开发

联 培 单 位： 美的集团家用空调事业部

项 目 负 责 人： 党南南

联 系 电 话： 13772054056

单 位 负 责 人： 龚纯

联 系 电 话： 15019257219

东北大学佛山研究生创新学院

填表说明

- 1、 本表由联合培养基地填写，务必保证信息全面准确。
- 2、 联合培养基地每年 3 月前将本表交于东北大学佛山研究生创新学院，用于本年度接收联合培养研究生。
- 3、 一份需求表只能填写一个项目，且需求表上交后原则上不允许取消或更改。
- 4、 联培项目编号为：东北大学佛山研究生创新学院简称佛山研究生创新学院，简称代码-FSNEU、年份-202X、基地名称简称代码-XXX(广州海格通信集团股份有限公司简称海格通信，简称代码 HGTX)、本基地本年度项目序号 X X，例如：FSNEU-2025-HGTX-1。
- 5、 各栏目内容可续页。

东北大学佛山研究生创新学院联培基地项目需求表

项目编号	FSNEU-2025-MDKT-22	项目名称	高效低噪空调风机设计与开发
联培课题方向	空调用多翼离心风机内部流致噪音机理和降噪方法研究		
所需研究生专业方向	机械工程/动力工程		
需求人数	1		
岗位要求	具备一定的流体力学/流体机械基础，会使用叶轮设计软件和流体仿真软件者优先		
项目简介			
<p>一、项目背景：</p> <p>2022 年中国空调市场规模达 4078.24 亿元，全球空调市场规模达 9789.35 亿元，据贝哲斯咨询预测，到 2028 年，全球空调市场规模预计将达 13894.13 亿元，作为空调重要部件，空调风机对送风形式起到重要作用。且碳中和背景下，开发高效节能的空调风机对节能环保具有重要意义。本研究的多翼式离心风机主要结构特点是叶片数量比一般的离心风机要多，且基本属于前向式叶片，在工作性能上具有压力系数高、流量系数大等优点，但缺点是工作效率较低。如何提高多翼离心风机的气动性能、也就成为了众多学者所研究的课题。</p>			
<p>二、研究现状：</p> <p>离心风机主要由蜗壳、叶轮、集流装置、电机等部件组成。电机带动叶轮旋转，在风机的内部形成负压，将气体介质经集流装置吸入叶轮。在叶轮旋转的离心效应下，气体经过叶片间的叶道并在叶轮旋转做功下获得能量后，通过蜗壳的导流及扩压器的扩压作用排出风机。叶轮、集流装置和蜗壳是离心风机的主要结构部件，其结构尺寸直接关系到风机的整体性能，对此，国内外的许多学者也都在这三个结构部件上进行优化或者找寻影响流场的因素来提高风机的性能。</p> <p>1 风机叶轮的设计</p> <p>叶轮是离心风机内唯一的旋转部件，它通过电机的旋转来对风机内的气体进行做功，从而使气体介质获得能量。Samian 利用激光多普勒风速测量仪对多翼离心风机进行速度及流场的测量，结合风机各流量下的工作性能 and 被测测试风机的性能曲线，发现当叶轮宽度与叶轮外径之比为 0.38 时，其效率与轴向流量系数表现最佳。小宽度叶轮的风机有着更高的最大效率，但大宽度的叶轮在高流量工况下的效率更高，这也意味着大宽度叶轮的风机可接受的工作范围也更大。Ye 结合数值计算与实验测量的方法，首先分析了叶轮内径对风机出风量的影响。结果表明叶轮内径过小容易导致气流在轴向上的分布不均匀，加剧叶轮在前盘附近的流动分离；而过大的内径使叶轮叶片过短，</p>			

直接降低了叶轮对气流的做功能力，影响风机性能。Fernández 提出了一种分离相对流场与绝对流场的方法来研究风机的工作状况，通过这种方法对非稳态数值模拟下风机的流场、速度矢量、叶片受力等情况进行了一个全面的分析。结果表明在风机的一个旋转周期内，叶片上的受力分布非常不均匀，这也是风机运行不稳定并产生机械噪声的原因之一。Nikkhoo 利用激光多普勒风速测量仪（LDA）对传统圆柱叶轮、锥形叶轮与带倾斜叶片的锥形叶轮下离心风机的气动性能进行了探究。研究发现在小流量与最大流量下，锥形叶轮的效率要高于传统的圆柱形叶轮，并且锥形叶轮在所有流量下的工作效率起伏较小。

2 风机集流装置的设计

风机集流装置的作用是令气体均匀地进入风机，减少气体在风机入口处流动不均匀所产生的流动损失。Son 研究了圆弧形集流器的出口直径与圆弧半径对风机风量及工作噪声的影响，认为集流器出口半径与叶轮外半径之比为 0.86 时风量最大。Lee 通过研究集流器与叶轮之间的间隙大小发现不合理的间隙尺寸将会导致风机的整体性能下降 2%~5%。魏铭对此进行了更进一步的探究，通过数值计算分析得出间隙过小时，风机前盘的泄漏量虽然减少，但是会增加气流由轴向变为径向时的冲击损失，影响叶轮的做功；而间隙过大时叶轮的做功增加，但会提升风机的泄露损失，降低风量，所以存在一个最佳的间隙尺寸保证风机的工作性能。杨伟刚对集流器进行偏心设置，使叶轮的 中心轴线与集流器的中心轴线不在同一位置，研究发现集流器偏心放置后控制了叶轮前盘间隙的泄露量，且偏心方向上叶道内的流动分离现象明显减弱，有效通流面积增大。通过数值计算得出当偏心距与叶轮外径之比为 0.016、偏心角度为 120° 时风机有着最佳的气动性能，气动噪声也得到了略微的降低。

3 风机蜗壳的研究与优化

蜗壳的主要作用是将离开叶轮后的气体进行集中、导流，并且在此过程中将从叶轮获得能量的气体的部分动压转变为静压。一般蜗壳的设计是基于气流离开叶轮进入蜗壳时呈现出均匀且稳定的流场为出发点，利用动量矩不变原理计算出的蜗壳型线为一条近似的对数螺旋曲线或者阿基米德螺旋曲线。祁大同利用蜗壳进口循环内流动参数的非均匀分布，提出了一种新的设计蜗壳型线的方法，相较于传统的蜗壳型线设计，对风机的性能，尤其是噪音方面得到了较好的改善。王军、Heinrich 分别对某多翼离心风机和压缩机的切割型蜗壳进行了研究，发现优化后的蜗壳在切割处的压力梯度减小，蜗舌附近的大涡量区域基本消失，蜗壳内部的流场得到了明显的改善。Kang 利用 PIV 技术和压力探测仪来探究风机在工作中的实际流动情况，通过观察出口面上的速度分布，发现过小的蜗舌位置角容易在蜗壳出口处造成大面积回流，降低出口的有效出流面积；而过大的蜗舌位置角容易使出口处气流的速度分布不均匀，增加出口气流的混合损耗。Sasaki 对前弯式离心风机进行了实验测量与数值模拟，发现叶轮的最佳暴露比为 0.17，此时风机的静压值达到最大，并且扩张角度对出口处的流动分离也有着非常大的影响。在噪音方面，暴露比的增大降低了气流在蜗壳出口处的流动速度，致使部分气流开始逆向流动。这部分逆流与叶片的旋转相互作用，加剧了扩散器中的流动分离现象，提高了离散噪音，所以作者认为降低扩散器中的流动分离能够有效的减小风机工作所产生的噪音。

三、关键性问题或技术：

1 风机和系统的匹配问题研究

收集空调风机使用情况和研究资料，总结目前的设计方法和研究现状，为实现风机性能提升提供方向。

2 高效叶轮的研究与优化

建立空调风机仿真模型，对其内部流场进行计算，通过数值仿真的方法研究叶轮叶片的进出口安装角、叶片数量、叶片安装角度等对风机性能的影响，最后，对比实验与仿真结果，分析风机内部流场。

3 风机瞬态流场仿真与分析研究

目前工程中主要对风机流场进行稳态仿真，较少进行瞬态仿真工作，但是瞬态仿真能解释许多稳态仿真不能拮据的问题，例如涡的生成、演化和脱落现象等，而这些是对风机进行噪音分析的基础，因此需要解决风机瞬态流场仿真问题。

4 蜗壳型线的优化设计

对传统蜗壳型线的设计方法进行简要的阐述并在其结构绘制上进行改进，研究改进后的设计参数对蜗壳性能及风机性能的影响，采用拟合数学模型与优化算法来寻找最佳参数组合并设计出优化后的蜗壳型线，最后对比分析优化前后风机的内部流场情况。

四、预期目标：

1 空调风机效率提升 30%

2 同风量噪音降低 3 分贝

项目负责人项目经历

起止时间	项目名称	主要内容
2022.11-2023.06	空调挂机静音新风技术	对空调新风模块进行优化改进,实现增大风量的同时降低运行噪音，提高人体舒适性
2023.06-至今	风管机核心技术研究	下一代风管机室内风机功率和噪音研究
2024.04-至今	离心风机提效降噪技术研究	离心风机模型级研究，同等尺寸下，离心风机效率提升10%，噪音降低 3 分贝

工 作 计 划 安 排

序号	起止时间	阶段内容	工作量估计 (天)
1	2026.07-2026.10	1. 熟悉空调结构、风机的使用场景与工况； 2. 学习离心风机的设计和仿真方法	90
2	2026.11-2027.11	针对离心风机内部的流动与噪音情况进行机理分析， 并进行方案迭代验证	360
3	2027.12-2028.04	成果与经验总结，设计能力和理论水平提升	150