

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-21

联 培 项 目 名 称： 面向真实复杂工况的空调系多
维度自适应感知与智能控制策略研究

联 培 单 位： 美的集团家用空调事业部

项 目 负 责 人： 孙 培

联 系 电 话： 18868818256

单 位 负 责 人： 刘东子

联 系 电 话： 15017518390

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(美的集团中央研究院简称美的中研院，简称代码 MDZYY)、本基地本年度项目序号 X X，例如：
FSNEU-2026-MDZYY-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-2026-MDKT-21	项目名称	面向真实复杂工况的空调系统多维度自适应感知与智能控制策略研究
联培课题方向	聚焦家用及中小型商用空调系统（重点关注多联机），研究一套能同步感知物理环境、人体需求及设备自身状态（含性能衰减与冷媒配管特性）的智能自适应控制策略。核心目标是解决当前高级控制算法（如基于机器学习、模型预测的控制）因实验室理想环境与用户真实复杂工况存在巨大差异而导致的控制性能下降、能效损失及用户体验不佳等问题。通过构建高保真虚拟仿真环境与在线学习机制，实现控制策略从“实验室优化”到“现场持续优化”的跨越，提升产品的实际运行鲁棒性、能效与舒适性。		
所需研究生专业方向	动力工程、控制工程、人工智能等相关专业。		
需求人数	1		
岗位要求	核心知识： 扎实的工程热力学、传热学、流体力学及制冷原理基础；熟悉空调系统（尤其是多联机）的构造、运行特性与衰减机理优先。 技能要求： 精通 Python/Matlab，具备出色的系统建模与仿真能力；熟悉机器学习/深度学习算法及其框架。		
项目简介			
<p>一、项目背景：</p> <p>当前，空调产品的算法开发与性能验证高度依赖实验室标准工况（如国家标准规定的制冷/制热额定工况）。然而，用户真实使用环境千差万别：建筑围护结构、室内外气候动态、人员活动模式、设备安装条件（如超长配管、落差）及设备经年衰减等因素，共同构成了极端复杂的长尾运行工况。在实验室优化的“最优”控制策略，在此类真实工况下往往表现不佳，甚至引发振荡、频繁启停、能效低下等问题。同时，产业界对提升产品全生命周期内实际运行能效和用户满意度的需求日益迫切。因此，研发一套能够“感知环境、理解需求、认知自身”的自适应控制系统，使空调像经验</p>			

丰富的专家一样，在各种非标、时变条件下都能做出合理决策，是打破实验室性能与用户体验之间壁垒、构建下一代智能空调核心竞争力的关键。

二、研究现状：

(1) 环境与需求感知的局限性：现有研究多基于有限、固定的传感器（如温湿度）和简单假设（如人员恒定存在）。对太阳辐射、非均匀温度场、人员动态分布与个性化热需求的感知不足，导致送风策略、温度设定与实际需求错配。

(2) 设备状态建模与衰减诊断的不足：控制算法通常假设设备处于全新且标准安装状态。实际上，换热器积灰、压缩机磨损、冷媒充注量变化、风机性能衰减以及安装导致的额外管路阻力等，会显著改变系统动态特性。现有故障诊断研究多用于报警，鲜有将其作为控制器的前馈或自适应修正输入，导致控制模型失配。

(3) 仿真与现实的鸿沟： 算法训练依赖的仿真模型（如基于 Modelica、TRNSYS 的模型）虽能反映主要物理过程，但难以模拟所有真实扰动和噪声。这导致基于仿真的强化学习等先进算法泛化能力弱，无法直接部署。

(4) 缺乏持续在线学习与适应机制： 大部分产品控制逻辑出厂固化，无法利用运行数据自我优化。如何设计轻量、安全的在线学习/参数自整定模块，使系统在部署后能逐步适应特定建筑与用户的“脾气”，是学术界与产业界共同的前沿挑战。

三、关键性问题或技术：

1. **多源异构感知与高保真动态环境构建：**研发基于多传感器（温/湿/光/声等）融合与数字孪生的动态环境感知技术。利用低成本传感器与声音信号，非侵入式推断人员位置、活动强度及可能的热感；结合气象预报与建筑信息，在边缘侧构建实时更新的局部空间数字孪生体，预测温度场、气流组织与负荷变化。超越传统点式温湿度感知，实现空间化、需求化的环境认知，为个性化环境控制提供精细化输入。

2. **设备性能衰减与安装特性的在线辨识：**研究基于数据驱动与物理模型融合的设备状态软测量技术。利用系统运行数据（压力、温度、电流、频率等），在线估计关键性能指标（如系统总换热系数、压缩机容积效率、管路当量长度等）的变化趋势。将传统的“故障诊断”升级为持续的“性能评估”，并将评估结果作为控制模型的实时修正参数，实现“带病最优化运行”，显著提升系统在全生命周期内的自适应能力与能效稳定性。

3. 面向动态变化与衰减的控制器自适应调整机制：设计“前馈补偿-模型更新-策略重构”三层级联自适应调整架构。1. 前馈补偿层：针对识别出的确定性、缓变扰动（如特定人员进入、换热器轻微积灰），设计前馈补偿器，快速抵消其对控制目标的直接影响。2. 模型更新层：针对辨识出的系统参数持续漂移（如性能衰减），建立控制器内部预测模型的在线参数自整定规则。当辨识参数超出阈值时，触发模型参数的平滑更新，使控制器模型始终与真实系统保持匹配。3. 策略重构层：针对结构性或剧烈变化（如极端天气、主要部件严重衰减），设计基于安全约束的强化学习微调或多策略切换机制。在保证系统稳定（如排气温度、电流不超限）的前提下，在线微调高级控制策略（如 MPC 的代价函数权重、RL 的策略网络），或从策略库中选择最优预案。

四、预期目标：

理论创新： 提出一套完整的空调系统多维度自适应感知与控制框架，并在高保真仿真平台与半物理实验台上验证其有效性。

成果产出： 在领域期刊发表学术论文 1-2 篇；申请核心发明专利 1-2 项，涉及在线辨识、自适应控制架构等。

项目 负责人 项目 经历		
起止时间	项目名称	主要内容
2025.2 至今	家中多联机系统全工况宽频节能	针对家用中央空调多联机系统运行相对分体机耗电的问题，通过系统控制软件优化，提升系统能效。
2023.4-2024.12	基于滑移率的防抱死系统功能研发及落地	针对一种全新的乘用车电子机械制动系统(EMB)，完成车辆防抱死系统(ABS)功能的设计、预研及开发工作。
2021.1-2023.6	人工智能方法在工业过程中的应用研究	将深度学习/强化学习等人工智能方法与传统控制相结合，探索其在工业过程中的应用。
2016.7-2019.8	变频水冷 HVAC 系统控制算法开发	应用基于模型设计(MBD)技术，对 HVAC 系统进行控制算法的快速开发，以及在嵌入式系统中的实现。

2018.6-2019.8	基于混合模型的计算引擎加速	为了提高冷机产品销售软件速度和鲁棒性，带领团队将计算引擎中的仿真模型由纯机理模型替换为混合模型。	
工 作 计 划 安 排（2026.7-2028.4）			
序号	起止时间	阶段内容	工作量估计（天）
1	2026.7-2026.12	理论基础构建与方案设计 阶段目标： 完成领域深度调研，明确具体科学问题与技术路线，搭建仿真环境，完成开题。	100
2	2027.1 - 2027.8	核心算法研发与实验台搭建 阶段目标： 完成核心自适应算法模块的仿真开发与初步验证，同步搭建半物理实验台。	150
3	2027.9 - 2028.1	系统集成与实验验证 阶段目标： 完成软硬件集成，在实验台上进行全面的对比实验，获取关键数据。	50
4	2027.10-2028.4	成果凝练与论文撰写 阶段目标： 完成学位论文撰写、学术论文投稿及课题总结。	70