

# 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-6

联 培 项 目 名 称： 光伏直驱空气源热泵系统设计与  
能费比最优控制

联 培 单 位： 美的集团家用空调事业部

项 目 负 责 人： 黄招彬

联 系 电 话： 15902037125

单 位 负 责 人： 江海昊

联 系 电 话： 15573261025

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-2026-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-2026-MDKT-6	项目名称	光伏直驱空气源热泵系统设计与能费比最优控制
联培课题方向	<p>针对当前能源转型与碳中和目标，光伏直驱空气源热泵系统（PV-HP）作为高效清洁能源技术，亟需优化设计以实现能效与经济性的协同提升。本研究聚焦系统设计与能费比（Energy Cost Ratio, ECR）最优控制，旨在解决以下核心需求：</p> <p>1，系统设计优化：探究光伏直驱架构的动态匹配机制，包括光伏阵列电压适配、最大功率点跟踪（MPPT）精度提升及热泵机组变频调节策略，以应对光照波动与极端气候下的稳定性挑战。</p> <p>2，能费比控制模型：构建多目标优化模型，整合光伏发电效率、热泵制热/制冷系数及电网交互成本，通过智能算法（如AI预测控制）实现能源流动态调度，最大化光伏直驱占比并最小化市电依赖。</p> <p>3，经济性与适应性验证：结合生命周期成本分析，评估不同气候区（如北方严寒与南方湿热）的系统投资回报周期，优化光伏组件与热泵机型的配置方案，确保技术普适性与商业可行性。</p> <p>研究成果将为建筑领域低碳供暖/制冷提供理论支撑与实践指南，助力“双碳”战略落地。</p>		
所需研究生专业方向	控制工程/软件工程/动力工程/电气工程/暖通空调/制冷		
需求人数	2		
岗位要求	<p>1、对光伏发电及热泵控制有浓厚的兴趣，有一定的基础知识；</p> <p>2、具有数学建模与仿真分析能力，熟悉至少一种仿真软件；</p> <p>3、具有一定的控制科学基础（例如自动控制理论、智能控制等）；</p> <p>4、具有良好的英文文献检索与总结分析能力；</p> <p>5、具有良好的个人工作责任感和团队协作能力。</p>		

# 项目简介

## 一、项目背景：

在“双碳”目标推动下，建筑能源系统亟需向清洁化、高效化转型。传统供暖制冷模式依赖化石能源，存在高碳排放与低效问题；光伏直驱空气源热泵技术通过直流电直接驱动压缩机，省略交直流转换环节，显著提升能源利用率，成为绿色建筑的关键路径。该技术尤其适用于北方农村及商用场景，可有效降低采暖成本，助力能源结构优化。然而，系统设计中地暖蓄热、缓冲水箱蓄热等环节的协同不足，导致热能供需失衡，制约能效提升。本课题聚焦系统集成优化，旨在实现能费比最优控制，响应国家清洁取暖政策需求。

## 二、研究现状：

当前光伏直驱热泵研究集中于硬件创新，如直流变频压缩机与最大功率点跟踪（MPPT）技术，可实时匹配光伏输出与热泵负荷，减少能量损耗。在蓄热领域，地暖系统通过低温热水循环实现空间蓄热，但存在热惯性大、响应滞后问题；缓冲水箱蓄热面临换热效率瓶颈。光伏配置方面，多采用固定倾角阵列，未充分考虑地域光照特性，导致发电波动影响系统稳定性。热泵适配研究多聚焦单一机型，缺乏对多气候场景的动态调控策略，尤其在低温环境下制热效率显著衰减。整体上，系统集成与智能控制研究相对薄弱，制约能费比优化潜力。

## 三、关键性问题或技术：

1、地暖蓄热与缓冲水箱协同控制：地暖蓄热依赖建筑结构热容，但夜间供暖需求高峰易与光伏供电时段错配，需开发基于 AI 预测动态蓄热算法，实现热能跨时段调度。

2、光伏动态配置与热泵系统适配：光伏阵列倾角需结合当地纬度与季节调整，例如北方冬季最佳倾角可提升发电效率；同时，热泵压缩机需具备宽电压自适应能力，以应对光伏输出波动，避免频繁启停造成能效下降；并同步考虑热泵能效随环温与负荷的变化影响。

3、智能能量管理与能费比优化：系统需集成光伏预测、负荷预测与电价信号，通过智慧能源管理系统动态调节运行策略，例如在光照充足时优先光伏驱动，弱光时段无缝切换市电补充，实现运行成本最小化。		
<b>四、预期目标：</b>  (1) 能效提升：通过蓄热协同与光伏动态配置，显著提高系统综合能效，尤其在低温环境制热稳定性增强，减少辅助电耗。  (2) 成本优化：降低用户用能支出，例如农村采暖项目投资回收周期缩短，实现长期经济效益。  (3) 技术集成：形成适配多场景的标准化方案，推动光伏直驱热泵在商用建筑及农村地区的规模化应用，助力碳减排目标。  (4) 论文专利：发表学术论文 1 篇，申请发明专利 1 件。		
<b>项 目 负 责 人 项 目 经 历</b>		
<b>起止时间</b>	<b>项目名称</b>	<b>主要内容</b>
2014.9-2016.6	变频空调电网适应性	变频空调在电网电压过高、过低、剧烈波动、谐波畸变情况下的抗扰度提升 2 倍，同时提升变频空调在低电压运行时制冷能力、实现 170V 制冷能力不衰减。
2016.6-2019.12	变频空调高转速压缩机设计与控制技术	通过压缩机设计和控制技术，将转子式变频压缩机转速提升 50%，从而减小压缩机排量，从而扩展变频空调的制冷能力范围、并实现变频压缩机小型化。
2018.1-2020.12	超高效率变频电控	通过变频电控的硬件创新、软件算法和与变频压缩机的协同控制，变频电控损耗降低 50%以上，实现行业最高的变频电控效率，超越大金、三菱电机等日本一线品牌。
2020.3-2022.10	家庭环境能源智慧管理系统	在智慧家庭层面，从清洁能源、热能回收、能源存储和能源管理算法四个方面，将光伏储能与热泵空调系统结合，实现家庭环境的舒适健康与家庭用能的节能低碳。
2022.10-2024.10	家庭 HVAC 环境系统全屋管理技术研发	家庭多联系统（小多联、地暖、中央新风和中央加湿等）进行全屋温度、湿度和空

		气质量调节，实现舒适健康与节能节费。
2022.10-2024.10	新风调湿与辐射冷暖 舒适高效系统研发	研发了基于双核双级与热泵热回收的高效新风处理技术、基于可变再热与类桥式整流的多态新风控温调湿技术及新风调湿/辐射控温复合系统的温湿解耦与双变前馈控温技术，均达国际领先水平（中轻联科鉴字【2024】第238号）。
2024.11-至今	真享水科技产品研发	全屋±1℃衡温技术确保温度均匀，支持分区域独立控温，运行噪音低至16分贝，搭载11重防冻保护，兼容全屋智能系统，实现节能、静音、耐用与智能协同。

工 作 计 划 安 排

序号	起止时间	阶段内容	工作量估计 (天)
1	2026.7-2026.9	课题调研，包括光伏直驱与空气源热泵相关的专利论文等。	90
2	2026.10-2027.1	控制模型建立，包括建立光伏直驱、空气源热泵、辐射地板蓄热、缓冲水箱蓄热等。	120
3	2027.2-2027.5	模型验证，开展实验，通过实验结果和模拟仿真结果的对比分析，验证控制模型的准确性。	105
4	2027.6-2027.9	控制策略设计，探索出光伏直驱空气源热泵全生命周期能费比最优控制方法。	90
5	2027.10-2027.12	实验验证控制方法，并进行产品转化。	90
6	2028.1-2028.4	专利申请与论文撰写，准备与完成项目课题答辩。	100