

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-9

联 培 项 目 名 称： 空气源热泵系统断电防冻技术

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-9	项目名称	空气源热泵系统断电防冻技术
联培课题方向	<p>针对冬季低温环境下空气源热泵系统断电运行的防冻需求，本课题聚焦三大核心技术方案：</p> <p>防冻液技术：通过添加乙二醇等防冻液降低冰点，但需警惕其副作用，如腐蚀金属部件、降低换热效率及增加维护成本。</p> <p>断电排水阀技术：依赖阀门自动排水，优势在于结构简单，但可靠性受阀门密封性影响，且手动补水操作可能不便。</p> <p>带电池包的控制器技术：结合断电排水与上电自动补水功能，优势是智能化高、响应迅速，劣势在于电池寿命限制及初期成本较高。</p> <p>对比分析：1) 防冻液技术适用于极端低温地区，但长期使用可能损害系统；2) 断电排水阀成本低、易部署，适合短时断电场景；3) 电池包控制器适合频繁断电环境，兼顾便捷性与自动化，但需优化电池耐久性。</p> <p>本研究旨在量化不同方案在可靠性、能效及维护成本上的差异，为系统优化提供理论支撑。</p>		
所需研究生学科方向	控制工程/计算机技术/暖通空调/制冷/机械工程		
需求人数	1		
岗位要求	<p>1、对空气源热泵有浓厚的兴趣，有一定的基础知识；</p> <p>2、具有建模仿真分析能力；</p> <p>3、具有一定的电气或机械专业背景；</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：

空气源热泵系统作为高效清洁能源，在冬季低温环境下面临严峻的防冻挑战。当环境温度低于冰点且系统断电时，管道和换热器中的水易结冰膨胀，导致设备冻裂和系统失效，尤其在长时间断电场景下风险显著增加。此类故障不仅造成设备损坏，还可能引发安全事故和能源浪费，严重影响系统在北方采暖等关键场景的可靠性。随着低温地区应用需求增长，开发经济、高效的断电防冻技术成为保障系统稳定运行的核心课题。本研究旨在系统分析现有防冻方案，优化技术路径，为行业提供实用指导。

二、研究现状：

当前防冻技术主要聚焦于三类方案，各具特点但均存在局限性。

1) 防冻液技术：通过添加乙二醇等化学剂降低冰点，适用于极端低温地区。但防冻液易腐蚀金属部件，长期使用会降低换热效率并增加维护成本，且环保性较差。

2) 断电排水阀技术：依赖阀门自动排空系统内水，结构简单、成本较低。然而，阀门密封性不足可能导致排水不彻底，且手动补水操作在频繁断电场景下便捷性较差。

3) 带电池包的控制器技术：结合断电排水与上电自动补水功能，实现智能化防冻。但电池寿命有限，初期投资较高，且在长期断电时需额外维护。

现有研究多集中于单一技术优化，缺乏对多方案综合对比和性价比分析，导致实际应用中方案选择盲目性较强。

三、关键性问题或技术：

防冻液副作用控制：防冻液的腐蚀性与环保性矛盾突出，需开发低腐蚀性配方或替代品，平衡防冻效果与系统耐久性。

排水系统可靠性与便捷性：断电排水阀的密封设计和自动复位机制是关键，需确保排水彻底且补水流程简化，避免人为操作失误。

智能控制与能源效率：带电池包控制器的断电响应速度和上电自动补水精度需优化，同时降低电池能耗以延长使用寿命。

多技术协同优化：整合防冻液、排水阀与控制器的协同工作机制，解决单一方案在极端条件下的局限性，提升系统整体鲁棒性。

四、预期目标：

技术目标：量化对比三类防冻方案在可靠性、能效和维护成本上的差异，识别性价比最高的技术路径。例如，防冻液方案适用于极寒地区但需控制添加量；排水阀方案适合短时断电场景；控制器方案则优先用于频繁断电环境。

应用目标：提出安装调试简便的集成方案，例如结合自动排水阀与低腐蚀防冻液，简化操作流程并降低用户干预需求。

行业目标：为系统设计提供理论支撑，推动防冻技术标准化，减少设备故障率，助力空气源热泵在低温地区的普及。

通过本研究，预期形成一套可推广的防冻技术指南，显著提升系统在断电环境下的适应性和经济性。。

项目目标：实现技术研究、平台开发与产品开发，预期销量达到 10 万套/年。

论文专利：申请发明专利 1 件。

项目 负责人 项目 经历

起止时间	项目名称	主要内容
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，包括空气源热泵与防冻技术相关的专利论文等。	90
2	2026.10-2027.1	断电防冻技术方案研究。	120
3	2027.2-2027.5	实验验证断电防冻方案有效性。	105
4	2027.6-2027.9	应用该断电防冻方案的产品综合方案设计与评审。	90
5	2027.10-2027.12	应用该断电防冻方案的产品试制、试产与投产鉴定。	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