

同行专家业内评价意见书编号： 20250855095

附件1

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院） 同行专家业内评价意见书

姓名： 胡官阳

学号： 22260025

申报工程师职称专业类别（领域）： 机械

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年03月21日

填表说明

一、本报告中相关的技术或数据如涉及知识产权保护、军工项目保密等内容，请作脱密处理。

二、请用宋体小四字号撰写本报告，可另行附页或增加页数，A4纸双面打印。

三、表中所涉及的签名都必须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名或签字章，不可以打印代替。

四、同行专家业内评价意见书编号由工程师学院填写，编号规则为：年份4位+申报工程师职称专业类别(领域)4位+流水号3位，共11位。

一、个人申报

（一）基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况(不少于200字)

在汽车热管理和机械领域，我掌握了与方向密切相关的基础知识，包括热力学、流体力学、传热学、机械设计、材料力学以及控制理论等。这些知识为汽车热管理系统的设计与优化提供了理论基础。同时，我熟悉机械结构设计、振动分析、疲劳强度计算等机械工程核心知识，能够支持复杂相关系统的开发与性能提升。

在专业技术能力方面，我具备系统设计能力，能够根据工程需求完成热管理系统的方案设计，包括系统架构、部件选型及性能匹配。我熟练掌握仿真研究技术，如使用CFD软件进行流场和热场分析，使用一维仿真软件对系统性能进行分析，并通过仿真结果优化设计方案。此外，我具备较强的实验研究能力，能够设计实验方案、搭建实验平台、采集数据并进行分析，验证理论模型和仿真结果的准确性。这些能力使我能够综合运用各种手段，解决汽车热管理领域中的复杂工程问题。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

在上海银轮热交换系统有限公司实践期间，我深度参与了浙江省科技厅有关于新能源汽车整车热管理系统的研发项目。我的主要职责包括热管理系统的方案设计、仿真研究和实验测试等。在系统设计阶段，我结合整车热需求，完成了系统架构的优化设计。在仿真研究方面，我使用Dymola、Amesim等多款软件，对热管理系统进行了系统及零部件性能仿真，预测系统性能并对控制策略进行研究。此外，我重点研究了超低温环境下汽车热管理系统的启动技术，通过仿真与实验相结合，提出了压缩机自加热的冷启动方案，显著拓宽了热管理系统的稳定运行温域。在实验测试中，我搭建了热管理系统实验台架，设计了测试方案，采集并分析了温度、流量、压力等关键数据，验证了仿真结果的准确性。

3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例（不少于1000字）

在参与上海银轮热交换系统有限公司的新能源汽车热管理系统研发项目期间，我综合利用所学知识和基础理论，结合浙江省科技厅“领雁”项目，解决了电动汽车热管理系统在宽温域运行和低能耗方面的复杂工程问题。以下是我在该项目中的具体实践案例。

首先，我结合电动汽车的乘员舱、电池和电机的热管理需求，提出了一种全新的宽温域热管理系统架构。该架构采用冷却液多通阀将电机、电池和乘员舱的冷却液回路集成，实现了热量的耦合调控，显著减少了冷却液管路的使用量。为降低系统运行流阻和制冷热害，我设计了电磁阀旁通结构，绕过了室内冷凝器与蒸发器。此外，针对高温环境下的制冷需求，我提出了水冷冷凝器与室外换热器双冷凝结构，有效提升了制冷能力并降低了能耗。在超低温环境下，我设计了热气旁通回路，利用余热回收技术降低制热能耗，显著提升了系统的制热性能。

为验证系统设计的可行性，我利用Dymola和Amesim等商用软件构建了整车宽温域热管理系统的仿真模型。通过对压缩机、换热器、电子膨胀阀等关键零部件的热力学与传热学分析，我确立了乘员舱冷热负荷的计算方法，并研究了热气旁通制热过程的原理与热平衡条件。仿真

结果显示，双冷凝结构在最大制冷工况下可提升性能16.4%，余热回收技术可提升制热性能15.3%。此外，热气旁通技术使系统在超低温（-25℃）环境下仍能稳定输出3.2 kW的制热量，验证了系统在宽温域下的运行能力。

在仿真研究的基础上，我搭建了热管理系统性能测试平台，并研制了整车热管理系统样机。通过对关键零部件的性能测试，验证了仿真模型的准确性（误差<7%）。实验结果表明，双冷凝结构和余热回收技术能有效降低系统在制冷与制热模式下的能耗。流阻对性能的影响测试结果与仿真结果高度吻合，进一步验证了设计的合理性。在43℃高温环境下，系统可实现6.4 kW的制冷量，COP（能效比）高于2.4；在-10℃低温环境下，系统可实现3.45 kW的制热量，COP同样高于2.4。这些数据充分证明了系统在宽温域下的高效运行能力。

为进一步提升系统的空间利用效率，我提出了集成模块化整车热管理系统的设计方案。该方案将制冷剂模块与冷却液模块进行双模块集成，并通过仿真分析了模块内部的流阻与串热特性。基于仿真结果，我优化了模块结构设计，并完成了样机的制造与性能测试。测试结果显示，集成模块化热管理系统的性能提升幅度超过14.3%，同时显著减小了系统体积，为电动汽车的空间布局优化提供了重要支持。

通过本项目，我成功设计并优化了一种宽温域、低能耗的电动汽车整车热管理系统。该系统在高温制冷、低温制热及超低温环境下的稳定运行能力均达到了行业领先水平。同时，集成模块化设计进一步提升了系统的工程应用价值。这一实践案例不仅解决了复杂工程问题，还为我积累了丰富的热管理系统设计、仿真与实验研究经验，为未来在新能源汽车领域的技术创新奠定了坚实基础。

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩: 86 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间: 1.8 年(要求1年及以上) 考核成绩: 80 分
本人承诺	
个人声明: 本人上述所填资料均为真实有效, 如有虚假, 愿承担一切责任, 特此声明!	
申报人签名: 胡官阳	

二、日常表现考核评价及申报材料审核公示结果

工作单位考核评价：
2015年3月

浙江大学研究生院
攻读硕士学位研究生成绩表

学号：22260025	姓名：胡官阳	性别：男	学院：工程师学院	专业：机械	学制：2.5年						
毕业时最低应获：26.0学分		已获得：31.0学分			入学年月：2022-09	毕业年月：					
学位证书号：				毕业证书号：		授予学位：					
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质
2022-2023学年秋季学期	新时代中国特色社会主义思想理论与实践		2.0	92	专业学位课	2022-2023学年秋冬学期	智能工业机器人及其应用		3.0	82	专业选修课
2022-2023学年秋季学期	研究生英语		2.0	免修	公共学位课	2022-2023学年冬季学期	工程中的有限元方法		2.0	99	专业选修课
2022-2023学年秋季学期	研究生英语能力提升		1.0	免修	跨专业课	2022-2023学年秋冬学期	工程伦理		2.0	94	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	工程技术创新前沿		1.5	87	专业学位课	2022-2023学年春季学期	自然辩证法概论		1.0	73	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	研究生英语基础技能		1.0	免修	公共学位课	2022-2023学年夏季学期	研究生论文写作指导		1.0	94	专业选修课
2022-2023学年秋季学期	数值计算方法		2.0	87	专业选修课	2022-2023学年春夏学期	人工智能制造技术		3.0	92	专业学位课
2022-2023学年冬季学期	产业技术发展前沿		1.5	80	专业学位课	2022-2023学年春夏学期	标准与知识产权		2.0	91	专业选修课
2022-2023学年冬季学期	“四史”专题		1.0	90	公共选修课		硕士生读书报告		2.0	通过	
2022-2023学年秋冬学期	高阶工程认知实践		3.0	79	专业学位课						

说明：1. 研究生课程按三种方法计分：百分制，两级制（通过、不通过），五级制（优、良、中、及格、不及格）。

2. 备注中“*”表示重修课程。

学院成绩校核章：

成绩校核人：张梦依

打印日期：2025-03-20





(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118999037 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 22

(21) 申请号 202411113652.6

(22) 申请日 2024.08.14

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 汪延成 胡官阳 梅德庆 顾毅亮
徐峥峥

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

专利代理师 林超

(51) Int.Cl.

F25B 43/00 (2006.01)

B60H 1/00 (2006.01)

F25B 41/34 (2021.01)

F25B 49/02 (2006.01)

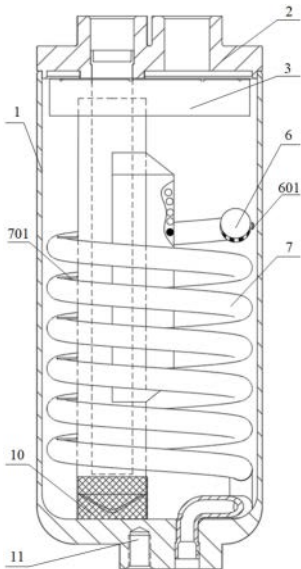
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

基于热气旁通的高效自加热气液分离器、热
管理系统及车辆

(57) 摘要

本发明公开了一种基于热气旁通的高效自加热气液分离器、热管理系统及车辆。本气液分离器包括罐体、罐盖、伞盖、第一吸气管、扰流结构、高温气体盘管和第二吸气管；罐体底部设有旁通热气入口，且与高温气体盘管的入口端连通，高温气体盘管的出口端通过扰流结构与罐体内连通；罐盖开设有低压入口和低压出口；罐盖下安装有伞盖，伞盖上穿设第一吸气管，第一吸气管外套设第二吸气管，两者之间形成吸气流路，第一吸气管的两端分别与低压出口、第二吸气管连通，第二吸气管与罐体内连通。本发明气液分离器适用于热气旁通系统，利用压缩机排气口的高温气体对低压侧制冷剂进行多方面的加热，避免吸气带液，大幅度提升了热气旁通压缩机自加热的效率。



分类号: TK11

单位代码: 10335

密 级: _____

学 号: 22260025

浙江大学

硕士学位论文 (专业学位)



中文论文题目: 电动汽车整车宽温域热管理系统设计及其性能测试研究

英文论文题目: Study on the Design and Performance Tests of Thermal Management System with Wide Temperature Operating Range for Electric Vehicles

申请人姓名: 胡官阳

校内导师(组): 梅德庆 教授 汪延成 教授

行业导师: 陆国栋 高级工程师

专业学位类别、领域: 机械/智能制造技术

研究方向: 汽车热管理技术

培养类型: 全日制非定向

所在学院: 工程师学院

论文提交日期 二零二五年一月

浙江大学研究生学位论文自评表

与学位论文相关的主要工程实践创新成果情况		
序号	科技奖励、重大/重点工程项目、专利、国际/国家/行业标准、新型仪器装备、工程设计、竞赛获奖、优秀教学案例、优秀实践成果、高水平论文等形式（取得的创新成果名称、作者排名、取得时间、级别等）	对应学位论文章节
1、发表及投稿的论文	[1] <u>Guanyang Hu</u> , Zhengzheng Xu, Deqing Mei, Yancheng Wang. Development of Integrated Thermal Management System with Wide Range of Temperature Regulation for Electric Vehicles. <i>International Journal of Refrigeration</i> , 2024. (SCI, 修回中)	2、3、4
2、申请及授权的专利	[1] 汪延成, <u>胡官阳</u> ,梅德庆,顾毅亮,徐峥峥. 基于热气旁通的高效自加热气液分离器、热管理系统及车辆, 专利号: 202411113652.6. (导师一作, 已进入实审状态)	2、3、4、5
	[2] <u>胡官阳</u> ,赵雷兴,汪延成,梅德庆. 杂质过滤器、新能源汽车热管理系统以及系统控制方法, 专利号: 202311170537.8 (已受理)	2

摘要

电动汽车的整车热管理对提高其续航里程、保障乘员舱舒适性以及电池和电机的热安全具有重要意义，是电动汽车行业安全发展的重要技术支撑。目前电动汽车的热管理系统存在稳定运行温域范围窄、系统能耗大等问题，这对电动汽车在极端环境中的安全运行造成了挑战。基于此，本文开展了面向电动汽车的整车宽温域热管理系统设计及其性能测试研究。首先，分析了整车热管理需求，设计了整车宽温域热管理系统架构；其次，对关键零部件进行了分析并建立热管理系统的仿真模型，通过仿真分析了热管理系统运行温域及功耗特性，研究了系统超低温制热性能；然后，开展了整车热管理系统样机的搭建与性能测试，验证了仿真模型的准确性，研究分析了热管理系统高温制冷、低温制热能力及低功耗运行表现；最后，开展了热管理系统零部件集成化研究，研制了集成模块化热管理系统样机并开展了性能测试工作，论证了集成模块化热管理系统的有效性与优势。论文主要研究工作总结如下：

(1) 针对电动汽车宽温域与低能耗的热管理需求，提出了面向电动汽车整车的宽温域热管理系统架构新设计。结合电动汽车乘员舱、电池、电机的热管理需求，明确了整车热管理系统结构的设计需求与目标，开展了整车宽温域热管理系统设计；设计的整车热管理系统采用冷却液多通阀将冷却液回路集成，实现对热管理系统实现电机、电池、乘员舱热量耦合调控，并大幅减少冷却液管路的使用；为降低系统运行流阻，减小制冷热害，设计使用电磁阀旁通了室内冷凝器与蒸发器；为提升高温环境下热管理系统制冷能力并降低制冷能耗，提出水冷冷凝器与室外换热器双冷凝结构；设计了热气旁通回路实现热管理系统超低温环境制热，并可利用余热回收方式降低制热能耗。

(2) 构建了电动汽车整车宽温域热管理系统仿真模型，开展了系统宽温域、低功耗运行特性仿真研究。对压缩机、换热器、电子膨胀阀等零部件进行了热力学与传热学分析，确立了汽车乘员舱冷热负荷计算方式，研究了热气旁通制热过程原理与热平衡条件；随后，利用商用软件 Dymola 建立了热管理系统的仿真模型，对制冷模式、制热模式及热气旁通模式仿真模型进行了相应简化，并开展了仿真研究；基于仿真结果分析了热管理系统的宽温域低功耗性能，结果显示双冷凝系统结构可提升最大制冷工况性能 16.4%，余热回收 1.2 kW 热量对制热性能提升达 15.3%，同时研究了利用热气旁通实现在超低温环境中稳定制热的功能。

(3) 开展了电动汽车整车宽温域热管理系统性能测试研究，搭建了热管理系统性能测

试平台，研制了整车热管理系统样机，进行了零部件性能验证测试及系统综合性能测试与研究。对零部件进行了性能测试，验证了仿真模型准确性（误差 $< 7\%$ ）；通过测试研究证实了双冷凝结构与余热回收技术均能有效降低系统在制冷与制热模式下的能耗；流阻对性能影响的测试研究与仿真结果吻合，结果表明高压侧流阻对制冷量影响较大，而低压侧流阻对制热量与能耗的影响更为显著；对热管理系统稳态制冷、制热性能进行了测试，系统在 $43\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温环境下可实现 6.4 kW 制冷量， $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温环境可实现 3.45 kW 制热量，两种工况下能效比(Coefficient of Performance, COP)均高于 2.4，且通过热气旁通技术，系统可在超低温($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$)条件下稳定输出 3.2 kW 的制热量，这些结果表明了系统的宽温域运行能力与低功耗表现。

(4) 为减小整车热管理系统体积，提升电动汽车空间利用效率，提出了集成模块化整车热管理系统，在此基础上对其结构进行了流阻与串热的仿真分析，并完成了样机制造与性能测试。根据热管理系统架构原理，提出了热管理系统制冷剂模块与冷却液模块的双模块集成方案；基于各工作模式下流体在模块内部的流动特性，对集成模块内部的流阻与串热量进行了仿真研究，分析热管理系统集成模块的结构设计合理性；搭建集成模块化系统样机并于测试平台进行了性能测试，研究结果表明集成模块化热管理系统在体积与性能方面均具有显著优势，其性能提升幅度超过 14.3% ，充分展现了该系统在工程应用中的发展前景。

关键词：电动汽车；整车热管理系统；宽温域；热气旁通；集成模块

目 录

致 谢	I
摘 要	III
Abstract	V
目 录	VII
第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 国内外研究现状	4
1.2.1 电动汽车整车热管理系统设计研究现状	4
1.2.2 电动汽车整车热管理系统仿真建模研究现状	9
1.2.3 电动汽车整车集成模块化热管理系统研究现状	11
1.3 目前有待深入研究的问题	14
1.4 论文主要研究内容与框架	14
1.5 本章小结	16
第 2 章 电动汽车整车宽温域热管理系统架构设计	17
2.1 引言	17
2.2 电动汽车的整车热管理需求分析	18
2.2.1 电动汽车的整车热管理需求	18
2.2.2 电动汽车宽温域热管理系统关键功能设计	20
2.3 电动汽车整车宽温域热管理系统设计	22
2.3.1 整车宽温域热管理系统架构设计	22
2.3.2 热管理系统的功能模式分析	23
2.4 本章小结	27
第 3 章 电动汽车整车宽温域热管理系统仿真建模与分析	28
3.1 引言	28
3.2 热管理系统仿真建模	29
3.2.1 系统关键零部件及热气旁通过程分析	29

3.2.2 整车热管理系统仿真建模.....	35
3.3 热管理系统的仿真结果分析.....	38
3.3.1 热管理系统流阻对性能影响规律研究.....	38
3.3.2 热管理系统超低温制热过程仿真分析.....	39
3.3.3 热管理系统宽温域低功耗性能仿真研究.....	43
3.4 本章小结.....	45
第 4 章 电动汽车整车宽温域热管理系统样机搭建与性能测试.....	47
4.1 引言.....	47
4.2 整车热管理系统样机及测试平台搭建.....	48
4.2.1 整车热管理系统的样机搭建.....	48
4.2.2 热管理系统测试平台.....	49
4.3 关键零部件及热管理系统性能测试.....	51
4.3.1 关键零部件性能测试.....	51
4.3.2 热管理系统性能测试.....	53
4.4 系统关键零部件及系统性能测试结果与分析.....	54
4.4.1 零部件性能测试结果分析.....	55
4.4.2 整车宽温域热管理系统综合性能测试结果与分析.....	58
4.5 本章小结.....	63
第 5 章 电动汽车集成模块化整车热管理系统研制与性能测试.....	64
5.1 引言.....	64
5.2 集成模块化热管理系统及其结构.....	65
5.2.1 集成模块化热管理系统原理与结构.....	65
5.2.2 热管理系统集成模块接口定义.....	67
5.3 热管理系统集成模块流阻与串热量仿真分析.....	68
5.3.1 热管理系统集成模块中流体流动状态.....	68
5.3.2 集成模块流阻与串热量仿真控制方程及边界条件.....	70
5.3.3 集成模块流阻与串热量仿真结果分析.....	72
5.4 集成模块化热管理系统的测试与分析.....	76

5.4.1 集成模块化热管理系统样机制造与测试方法 76

5.4.2 集成模块化热管理系统性能测试结果分析..... 77

5.5 本章小结 79

第 6 章 总结与展望..... 80

6.1 全文总结 80

6.2 研究展望 81

参考文献 83

作者简介 89