附件：

2024年度黑龙江省科学技术奖拟提名项目公示信息

1. 项目名称

面向特种工质的微通道强化换热技术及工程应用

1. 项目简介

结合一体化动力系统、海上液化天然气平台等新兴能源动力领域的发展需求，考虑到此类系统中广泛采用的超临界流体工质、液态金属工质、液化天然气工质等新型工质，在面对高温、高压工况下回热、再热、预冷等热力要求，设计出具有高换热效率、低压降、高紧凑度、低载荷、高可靠性的换热装备。解决换热器在设计和运行时的遇到的三个卡脖子难题：(1) 面向超临界工质等特种工质的复杂热力学特性及其流动传热机理欠缺；(2) 面向大规模微通道换热器微通道流量分配不均匀；(3) 面向特种工质在新型热力循环中微通道换热器的多目标设计需求。

（1）发明了双之字形空间点阵微流道结构和间断式菱形扰流微通道结构，实现了低流动阻力和高换热系数双重功效。

（2）发明了带有多孔板和扇形整流结构的大规模微通道换热装备，实现了大规模微通道换热装置进出口流场均一化，整机的换热性能指标最高突破97%。

（3）提出了大规模微通道换热装备的多目标优化设计方法，自主开发了特种工质微通道换热器性能预测软件，获得了基于换热性能、阻力性能、功重比三个核心指标的多目标函数Pareto最优解，实现了微通道换热器运行参数的精准预测和系统结构优化设计。

本发明针对特种流体的换热机理、微流道的结构设计、大规模微流道阵列的流热一致化设计、换热装备的多目标优化设计开展了全面研究，为我国新型动力系统核心部件的全面国产化提供了重要支撑，同时，结束了国外高端换热装备对我国能源装备的垄断局面，极大了降低了新型动力循环的设备价格。保障了航天31所、中船711所、西安热工院、郑州机械设计院、上海高拓石油天然气有限公司等十余家公司/研究院所的项目实施。

相关成果授权发明专利授权26项，软件著作权9项，发布团体标准1项，出版英文专著1部，在国内外发表高水平SCI论文30余篇。相关技术近三年新增销售额超过1.5亿元。产生直接和间接经济效益1.1亿元，社会和经济效益显著。

1. 主要知识产权和标准规范等目录

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 授权项目名称 | 知识产权（标准规范）类型 | 授权国家（地区） | 授权号(标准  编号) | 权利人（标准规范起草单位） | 发明人（标准规范起草人） |
| 1 | 一种新型换热器芯部 | 发明专利权 | 中国 | ZL201610934542.5 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 韩芳明、刘俊秀、肖波、王文博、李雪梅、崔庆龙、刘莹 |
| 2 | 一种新型换热器芯部 | 发明专利权 | 中国 | ZL201610930532.4 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 韩芳明、刘俊秀、肖波、刘莹、崔庆龙、王文博、李雪梅 |
| 3 | 一种用于换热器的板片 | 发明专利权 | 中国 | ZL201510423001.1 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 韩芳明、刘俊秀、肖波、阮青文、吕新哲 |
| 4 | 一种用于换热器芯部的板片组 | 发明专利权 | 中国 | ZL201610929699.9 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 刘莹、刘俊秀、肖波、韩芳明、崔庆龙、王文博、李雪梅 |
| 5 | 一种用于两种以上流体热交换的换热器芯部 | 发明专利权 | 中国 | ZL201610929682.3 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 韩芳明、刘俊秀、肖波、李雪梅、崔庆龙、刘莹、王文博 |
| 6 | 一种用于三种以上流体热交换的换热器芯部 | 发明专利权 | 中国 | ZL201610929696.5 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 王文博、刘俊秀、肖波、韩芳明、李雪梅、刘莹、崔庆龙 |
| 7 | 一种具有控温功能的迷宫式调节阀阀芯 | 发明专利权 | 中国 | ZL201610503699.2 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 韩芳明、宋勇民、刘俊秀、刘莹、李雪梅、崔庆龙、王文博 |
| 8 | 一种印刷电路板换热器的整流结构 | 发明专利权 | 中国 | ZL202011012485.8 | 哈尔滨工业大学 | 王维、付康、丁亮、帅永、李炳熙 |
| 9 | 一种微通道换热核心的水压试验方法 | 发明专利权 | 中国 | ZL202011556700.0 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 韩芳明、刘俊秀、宋勇民、吕新哲、李雪梅、贾际、王文博、李云浩、王师浩 |
| 10 | 一种微通道换热核心的气压试验方法 | 发明专利权 | 中国 | ZL202011555476.3 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 韩芳明、刘俊秀、宋勇民、吕新哲、李雪梅、贾际、王文博、李云浩、王师浩 |
| 11 | 一种拼接式微通道换热器 | 发明专利权 | 中国 | ZL202010073704.7 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 韩芳明、刘俊秀、肖波、贾际、王文博、李雪梅、吕新哲 |
| 12 | 一种工业级微通道换热器 | 发明专利权 | 中国 | ZL201510622412.3 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 韩芳明、刘俊秀、肖波、阮青文、吕新哲 |

1. 主要完成人

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 排名 | 技术职称 | 完成单位 | 工作单位 |
| 韩芳明 | 1 | 高级工程师 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 |
| 王维 | 2 | 副教授 | 哈尔滨工业大学 | 哈尔滨工业大学 |
| 陈巨辉 | 3 | 教授 | 哈尔滨理工大学 | 哈尔滨理工大学 |
| 沈卫立 | 4 | 高级经济师 | 杭州沈氏节能科技股份有限公司 | 杭州沈氏节能科技股份有限公司 |
| 郭双滨 | 5 | 高级工程师 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 |
| 罗康 | 6 | 教授 | 哈尔滨工业大学 | 哈尔滨工业大学 |
| 戴冰 | 7 | 副教授 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 |
| 贾际 | 8 | 工程师 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 |

1. 完成单位

|  |  |
| --- | --- |
| 排名 | 单位名称 |
| 1 | 航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司 |
| 2 | 哈尔滨工业大学 |
| 3 | 杭州沈氏节能科技股份有限公司 |
| 4 | 哈尔滨理工大学 |