**中国发明协会2025年度****“发明创业奖”—创新奖**

**拟提名项目公示**

**一、项目名称：**近“零”热损高温工业炉衬设计与制备关键技术与应用

**二、提名单位：**浙江红鹰集团股份有限公司

**三、提名奖别及等级**

中国发明协会2025年度“发明创业奖”—创新奖 一等奖或二等奖

**四、完成人**

1 张美杰 武汉科技大学

2 黄奥 武汉科技大学

3 顾华志 武汉科技大学

4 杨爽 武汉科技大学

5 张昌会 河南神马减碳技术公司

6 虞畅 浙江红鹰集团股份有限公司

**五、项目简介**

耐火材料是高温炉窑的关键支撑材料，制约高温工业的安全生产，影响能耗和CO2排放。现有耐火材料无法调控温度、热震稳定性差，导致高温装备能耗高，热效率低，寿命短。

武汉科技大学联合河南神马减碳技术有限公司等单位进行了近“零”热损高温工业炉衬设计与制备关键技术及应用项目研究，历经十余年，创新性提出采用相变材料储热密度高、相变温度稳定特点进行炉衬被动控温，开发高温热管理，实现工业炉近“零”热损的思想。并针对相变储热耐火材料制备和应用中存在的泄露、体积变化等安全问题和高温热管理炉衬设计准则不明确的关键共性难题，项目在高温相变材料的胶囊化封装、相变储热耐火材料的可控制备和相变温控炉衬结构设计与构筑取得原始创新，从原材料的可控制备，到相变储热耐火材料的性能协同调控，再到新一代炉衬结构的设计和构筑，全流程突破解决了高温热管理相变储热耐火材料的关键共性难题。

项目获授权国家发明专利36项，软件著作权2项，SCI论文35篇。项目成果在平煤神马、中国五冶集团、瑞泰马钢、云南濮耐昆钢等上市公司和大中型企业实施转化，应用于宝武集团、华菱集团、山钢集团等大型钢铁企业，钢包钢液温降减小5℃，加热炉烟气排放温度降低30℃，实现了高温工业炉衬的被动控温和近“零”热损从“0”到“1”的突破，目前全球范围内尚无同类解决方案。项目成果促进耐火材料产品结构转型升级和性能提升，推动了我国耐火材料工业跨越式发展，支撑了高温工业产品质量提升与节能减排。

**六、知识产权情况**

1、论文情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Near zero thermal performance loss of Al-Si microcapsules with fibers network embedded Al2O3/AlN shell | Journal of Materials Science & Technology 176 (2024) 48-56. |
| 2 | Microencapsulation of Al-Si-Fe alloys for high-temperature thermal storage with excellent thermal cycling performance | Chemical Engineering Journal 485 (2024) 150119. |
| 3 | Processing and properties of Al-Si microcapsules with a biomimetic-corrugated structure and corundum-mullite composite shell | Journal of Materiomics 11 (2025) 100906 |
| 4 | Macro-encapsulation of metal balls prepared by waste cans in ceramic capsules with an in-situ formation reserved space | Ceramics International 49 (2023) 17690–17698 |
| 5 | Application of copper slags in encapsulating high temperature phase change thermal storage particles | Solar Energy Materials and Solar Cells, 2023, 254: 112257  |
| 6 | Numerical Simulation of heat transfer for Al-Si@Al2O3 composite phase change heat storage particles | Journal of Energy Storage ,2022, 52: 104953. |
| 7 |  Improvements of properties of alumina-silica refractory castables by alumina-coated aluminum powders, | Journal of Alloys and Compounds, 2020, 832: 154925 |
| 8 | Preparation and characterization of a heat storage ceramic with Al-12 wt% Si as the phase change material | Ceramics International, 46 (2020) 28042–28052 |
| 9 | 原位生成多尺度增强相提高Al2O3-SiC-C浇注料的性能 | 钢铁研究学报, 2022, 34(09): 1009-1014 |
| 10 | 相变蓄热蜂窝体传热行为数值模拟研究 | 工程热物理学报,2023,44(12):3372-3378 |

2、专利情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 一种具有纤维包覆的相变储热微胶囊及其制备方法 | ZL 2022 1 0973865.0 |
| 2 | 种用于热工设备衬里的耐火浇注料及其使用方法 | ZL201911234345.2 |
| 3 | 间歇式操作高温窑炉近零热损耐火材料衬体及其制备方法 | ZL202010065422.2 |
| 4 | 一种热循环高效率相变蓄热材料及其制备方法 | ZL202011002795.1 |
| 5 | 一种复合晶须增强复合相变蓄热球及其制备方法 | ZL202011583001.5 |
| 6 | 一种合金-氧化物复相蓄热耐火材料及其制备方法 | ZL201610687516.7 |
| 7 | 一种用于热工设备衬里的耐火砖及其制备方法 | ZL201610687513.3 |
| 8 | 一种合金-氧化物复相蓄热耐火材料及其制备方法 | ZL201610687516.7 |
| 9 | 一种相变蓄热耐火砖的制备方法及耐火砖 | ZL 2022 1 1554861.5 |
| 10 | Phase change thermal storage ceramic and prepration method | US 12,225,836 B2 |