

2025年度厦门市科学技术奖

申报项目信息公示内容

1. **项目名称：**低碳排放汽车发动机气缸套关键技术及应用
2. **提名奖种：**科学技术进步奖
3. **申报方式：**自主申报

项目简介：

发动机在交通运输领域仍占据关键地位，持续推动降碳增效已成为行业核心目标。氢燃料与甲醇燃料作为发动机降碳的主要路径，备受关注：氢燃料可实现零碳排放，甲醇燃料分子仅含1个碳原子，相比汽油（7-13个碳）和柴油（14-22个碳）具备显著低碳优势。然而，此类燃料在燃烧过程中易生成酸性物质，导致缸套腐蚀磨损加剧；同时新型燃料快速燃烧易造成润滑性能下降，已成为制约低碳发动机发展的关键技术瓶颈。

项目在国家发改委智能化专项、福建省区域发展项目的支持下，经过12年科技攻关，在高耐蚀新材料、强润滑织构新方法、数字化制造新技术三个方面取得了创新性成果。

（1）发明了高耐蚀气缸套铸铁新材料。探明了化学成分对灰铸铁耐腐蚀与减摩性能的影响规律，开发出高耐蚀灰铸铁合金元素优化配方；提出灰铸铁铁水净化新方法，研发出“吹氩精炼+废钢代铁”净化新技术；揭示了高耐蚀灰铸铁凝固过程组织演变机理，优化出离心铸造新工艺。最终显著提高了铸铁缸套的耐腐蚀性和耐磨性。

(2) 发明了纳米涂层超级网纹复合润滑新方法。揭示了硫化钨纳米涂层减摩机理，研发出硫化钨纳米涂层润滑新方法；探明了超级珩磨网纹摩擦性能影响规律，研发出超级珩磨网纹新织构；丰富了珩磨砂条空间轨迹 3D 重构理论，建立了数字化精密珩磨控制新策略，制造出超级珩磨纳米涂层复合强润滑新产品，气缸套内圆摩擦系数由 0.15 降低到 0.064。

(3) 研发了数字化离心铸造成形新技术。构建了生产现场与三维虚拟环境孪生数据控制模型，研发了智能化中央控制系统；构建灰铸铁耐蚀性能预测神经网络模型，研发了离心铸造实时优化智能专家系统；构建了基于支持向量机铁水终点数据型预报模型，研发了气缸套毛坯智能化熔炼系统。最终实现了气缸套离心铸造全过程数字化生产。

经科技成果评审一致认为“项目技术难度大、创新性强，整体技术达到国际先进水平，其中高耐蚀高耐磨气缸套铸铁新材料和气缸套超级珩磨网纹+纳米涂层复合润滑新技术指标优于国外同类产品”。

4. 主要完成单位：厦门工学院、厦门理工学院、厦门金龙联合汽车工业有限公司、三明学院、中原内配集团股份有限公司

5. 主要完成人及其贡献

李春辉：项目总体负责人，全面协调项目在三个方向上的系统研究工作，重点攻关低碳清洁能源内燃机气缸套的数字化制造关键技术、相关智能装备等内容，工作量占比 70%。授权发明专利 2 项。

张恩来：作为主要完成人，获得《一种气缸套铸造生产用浇注设备》、《一种重载商用车柴油机活塞环磨损状态监测装置》、《一种缸套内侧铣削装置》3 项发明专利，发表 SCI 论文“Novel SABO-optimized LSTM and

BiLSTM models for enhancing engine coolant bleed flow prediction”，对创新点 1 贡献度高。

刘栋：作为主要完成人，获得《一种纳米涂层气缸套及其制备方法》、《一种高强度高耐磨的合金灰铸铁气缸套及其制备方法》2 项发明专利，对创新点 1 贡献度高。

徐彩莲：作为主要完成人，完成气缸套材料的成形工艺及数字化制造研究，开发数字化加工流程与柔性制造产线方案，实现参数智能调控，生产效率显著提升，获得 2 项发明专利，对创新点 3 贡献度高。

陈珍姗：作为主要完成人，发表“Exploring Data Acquisition and Real-Time Analysis Algorithms in Smart Manufacturing with a Focus on Automation and Inspection Technologies”对创新点 3 贡献度高。

张雯娟：作为主要完成人，发表“Strengthening the cavitation resistance of cylinder liners using surface treatment with electroless Ni-P (ENP) plating and high-temperature heat treatment”，对创新点 3 贡献度高。

王勇：作为主要完成人，主要进行差异化珩磨研究，授权发明专利 1 项，对创新点 2 贡献度高。

侯起飞：作为主要完成人，研发《一种合金铸铁及其制备方法》《一种铸铁缸套及铸铁缸套制作方法》，优化 C、Cr、B 等元素配比，显著提高材料强度、降低腐蚀率；降低成本，优化工艺，对创新点 1 贡献度高。

6.主要知识产权证明目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	专利号	权利人	发明人	备注
1	发明专利	一种基于物联网的机械健康预警方法及系统	ZL202510703366.3	厦门工学院、三明学院、福建汇华集团东南汽车缸套有限公司、厦门理工学院	李春辉；高浩；张恩来；王春荣；梁捷；徐彩莲；林燕芬；黄蓓；张清伟	
2	实用新型	一种无基准定位自动视觉检测装置	CN202221405335.8	厦门工学院	叶小青,李春辉,贾继德	
3	发明专利	一种气缸套铸造生产用浇注设备	ZL202510021319.0	厦门理工学院；三明学院；中原内配集团股份有限公司；福建汇华集团东南汽车缸套有限公司	王乾廷；张恩来；党增军；高浩；郭三刺；张清伟	
4	发明专利	一种重载商用车柴油机活塞环磨损状态监测装置	ZL202411790953.2	厦门理工学院；华闽南配集团股份有限公司；厦门金龙联合汽车工业有限公司；福建理工大学	王乾廷；张恩来；刘治军；高浩；周龙；银增辉；郭三刺	
5	发明专利	一种缸套内侧铣削装置	ZL202510058501.3	厦门理工学院，中原内配集团股份有限公司，三明学院，福建汇华集团东南汽车缸套有限公司	王乾廷；张恩来；党增军；刘栋；高浩；银增辉；刘亚辉	
6	发明专利	一种纳米涂层气缸套及其制备方法	ZL201610938437.9	中原内配集团股份有限公司	姜玉领；郭进京；赵慧；刘栋	
7	发明专利	一种工业机器人制造零件加工用工作台	ZL202210157066.6	厦门工学院	徐彩莲；林舜美	
8	发明专利	一种机加工机器人工作平台	ZL202111662122.3	厦门工学院	徐彩莲；林舜美	

9	发明专利	一种合金铸铁及其制备方法	ZL202010651205.1	中原内配集团股份有限公司	侯起飞; 邹悟会; 徐超; 张志武; 张二超; 武闪闪	
10	发明专利	一种铸铁缸套及铸铁缸套制作方法	ZL202210836184.X	中原内配集团股份有限公司	侯起飞; 邹悟会; 王勇; 武闪闪; 徐超; 卢琼	

7. 代表性论文专著目录

序号	论文名称	刊物名称	年卷页码	发表时间	作者	备注
1	Exploring Data Acquisition and Real-Time Analysis Algorithms in Smart Manufacturing with a Focus on Automation and Inspection Technologies	Scalable Computing	2023, 24 (4): 1169-1176	2023-11-17	Zhenshan Chen, Hanjun Zheng, Jinyan Lin	第一署名单位: 厦门工学院
2	Novel SABO-optimized LSTM and BiLSTM models for enhancing engine coolant bleed flow prediction	Physica Scripta	2025,100:096004	20250901	Enlai Zhang, Yelin Qian, Zengzhan Lin, Dong Liu, Hao Gao, Qianting Wang, Wenjuan Zhang and Zenghui Yin	第一署名单位: 厦门理工学院
3	Strengthening the Cavitation Resistance of Cylinder Liners Using Surface Treatment with Electroless Ni-P (ENP) Plating and High-Temperature Heat Treatment	Materials	2025,18,1087	20250321	Wenjuan Zhang, Hao Gao, Qianting Wang, Dong Liu and Enlai Zhang	第一署名单位: 三明学院
4	气缸套毛坯尺寸在线检测装置研究	内燃机与配件	2020, (07): 34-35	20200415	刘栋, 高浩, 高广东, 吴龙, 熊毅, 陈灶	第一署名单位: 中原内配集团股份有限公司

5	气缸套内孔表面珩磨质量评估	内燃机与配件	2018,(07):122-123	20180415	王勇, 杨广宁, 张红菊	第一署名单位: 中原内配集团股份有限公司
---	---------------	--------	-------------------	----------	--------------	----------------------

9. 推广应用情况等

该产品优良的润滑性能和耐热性、腐蚀性显著提升, 逐渐在厦门金龙联合汽车工业有限公司、福建汇华集团有限公司推广应用, 最后该技术向全国辐射, 推广应用到了全球最大的缸套企业中原内配、河南中原吉凯恩气缸套有限公司。依托该技术, 逐渐配套了浙江吉利、美国康明斯等全球内燃机知名厂商, 受到了客户的好评。