**2025年滨州市科技创新成果项目情况公示**

**项目名称**：**超大型海上风电轮毂铸造技术的研发及应用**

**申报奖种及等级**：滨州市科技创新成果（一等奖）

**项目简介：**

**该项目属于机械与制造学科。**

近年来，全球海上风电产业迎来爆发式增长，成为推动能源低碳转型的核心力量。单机容量由10 MW级逐步向25 MW级以上迈进，这对风电机组核心零部件——低温球墨铸铁轮毂提出了更高的性能要求。超大型厚壁球墨铸铁件的铸造成形存在球化不良、组织粗大、分散性缩孔缩松、夹渣等世界性技术难题。针对超大型球墨铸铁件，项目组从合金熔体处理、浇注系统优化、以及造型工艺几个角度入手，系统解决了大尺寸厚壁球墨铸铁轮毂的成形技术难题，实现了重大科技创新和突破，具体创新工作如下：

**创新一：超厚断面球墨铸铁轮毂专用球化孕育材料及技术**

研发了超厚断面球墨铸铁轮毂专用球化剂、孕育剂，可显著增加铁液内石墨化核心，提高铸件球化率，并可有效避免球化过程中畸形石墨出现，配合项目研发的铁液脱S技术，抗球化衰退能力是现有球化剂的2倍。研发了百吨铁液对包快速冲入球化处理工艺，实现了百吨铁水同步球化处理；采用包内快速孕育和精准随流孕育的复合孕育技术，保证了孕育的均匀性和效果。

**创新二：球墨铸铁件快速、平稳、洁净浇注和高效补缩技术**

研发了双浇包、双浇口快速、平稳底注式、多级过滤浇注系统。浇注系统通过变径连接方式和多级过滤系统，控制金属液流动速度。实现160吨铁液快速浇注，平稳充型。在控制温度场的同时避免了冲砂、紊流、飞溅、二次氧化、卷气等缺陷的产生。通过加入专用孕育剂强化自补缩作用，实现了常规补缩与自补缩相结合的高效补缩，避免了铸件内部的缩孔、缩松问题。

**创新三：重载砂型芯减重与铸件冷却控制技术**

研发了随形砂箱，空腔砂芯，可重复利用分体式芯骨，在保证了砂型芯刚度的同时，减少型砂使用量30%以上，降低了生产成本和吊装设备负担；设计了风道型芯骨型骨连通结构，解决了超大型球墨铸铁件凝固速度慢和保温时间长的难题。

项目成果成功应用于12 ~ 20 MW大功率风电机组核心零部件，效果良好，经济和社会效益显著，近3年研发单位直接销售额90.7 亿元，利润3.95亿元，创税1.63亿元。共授权36件发明专利，10件实用新型专利。经中国铸造协会组织行业顶尖专家对项目进行科技成果评价及专项评审，一致认为：项目成果整体达到国际先进水平。超大型海上风电轮毂铸造技术的研发，推动了我国超大型海上风电关键零部件的技术革新、技术进步和铸造产业持续健康发展，巩固了我国超大型海上风电关键零部件产业化的国际领先水平。

**全部完成人情况：**

“主要完成人情况”摘自“主要完成人情况表”中的部分内容，公示姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目贡献。

**全部完成人情况**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政职务** | **技术职称** | **工作单位** | **完成单位** | **对本项目贡献** |
| 王建宏 | 1 | 总工程师 | 工程师 | 山东国创精密机械有限公司 | 山东国创精密机械有限公司 | 全面主导了本项目的研发，组建了研发团队，在创新成果 1 中，研制了针对超大型海上风电轮毂球墨铸铁件专用的球 化剂、孕育剂，提升了超厚断面球墨铸铁件的球化率和球化级别；在创新成果 3 中，联合设计了超大型铸件用的空腔砂 芯，对砂芯的减重做出了重要的贡献。该项目工作量占本人总工作量的 70%以上。 |
| 张振强 | 2 | 副总经理 | 正高级工程师 | 山东国创精密机械有限公司 | 山东国创精密机械有限公司 | 完成了项目总体方案的制定，参与了研发过程的大部分环节。参与研制了专用的低温高韧球墨铸铁孕育剂，协助研制 了专用的球化剂，对创新成果 1 做出了重要贡献；研发了双浇口底注式浇注系统，改进了百吨级铁液浇注成形方案，并 指导现场实施，对创新成果 2 做出了重要贡献。该项目工作量占本人总工作量的 60%以上。 |
| 明科勒 | 3 | 技术总监 | 高级工程师 | 山东国创精密机械有限公司 | 山东国创精密机械有限公司 | 对创新成果 1 中百吨级铁液脱 S 净化工艺，超厚断面球墨铸铁轮毂球化、孕育现场实施方案及数据采集做出重要贡献 ；对创新成果 2 中快速平稳浇注方案的现场改进做出贡献。该项目工作量占其工作量的 50%以上。 |
| 朱熹巴 | 4 | / | 工程师 | 山东国创精密机械有限公司 | 山东国创精密机械有限公司 | 对创新成果 3 中超大型球墨铸铁件随形砂箱、空腔砂芯设计及现场现场砂型芯的吊装、转运、装配做出贡献；对创新 成果 2 中的百吨铁液现场浇注温度、浇注速度等参数的控制做出贡献。该项目工作量占其工作量的 50%以上。 |
| 李雷 | 5 | / | 高级工程师 | 山东国创精密机械有限公司 | 山东国创精密机械有限公司 | 对创新成果 3 中砂型优化减重设计的理论计算做出贡献；对创新成果 2 中挡渣浇口盆优化改进做出贡献。该项目工作量 占其工作量的 50%以上。 |
| 张磊安 | 6 | / | 教授 | 山东理工大学 | 山东理工大学 | 对创新成果 1 中精准随流孕育技术涉及的设备、工装、在线监测、控制系统设计做出贡献；对创新成果 3 中砂型刚度 、强度的模拟计算分析及现场实施改进做出贡献。该项目工作量占其工作量的 50%以上。 |
| 赵而团 | 7 | / | 副教授 | 山东理工大学 | 山东理工大学 | 重点参与了专用球化剂、孕育剂的研发过程，主导了专用球化孕育剂材料的成分设计，球化孕育效果的检测与分析， 对创新成果 1 做出了重要贡献；参与了超大型球墨铸铁件高效过滤系统的开发与研制，对创新成果 2 做出了贡献。该项 目工作量占其工作量的 50%以上。 |

**主要完成单位情况：**

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 山东国创精密机械有限公司 |
| 统一社会信用代码 | 91371621MA3DN5BK7T |
| 排 名 | 1 | 法定代表人 | 贾从刚 | 所 在 地 | 山东滨州惠民 |
| 单位性质 | 企业-私营企业 | 传 真 | 0543-8337555 | 邮政编码 | 251700 |
| 通讯地址 | 山东省滨州市惠民县经济开发区孙武五路 3 号 |
| 联 系 人 | 张振强 | 单位电话 | 0543-8337555 | 移动电话 | 15562475686 |
| 电子邮箱 | 416464438@qq.com |

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 山东理工大学 |
| 统一社会信用代码 | 1237000049557139X7 |
| 排 名 | 2 | 法定代表人 | 李玉霞 | 所 在 地 | 山东淄博张店 |
| 单位性质 | 学校-事业单位 | 传 真 | 0533-2789060 | 邮政编码 | 255000 |
| 通讯地址 | 山东省淄博市张店区新村西路266号 |
| 联 系 人 | 石文峰 | 单位电话 | 0533-2786695 | 移动电话 | 13969370580 |
| 电子邮箱 | kjccggl@sdut.edu.cn |

**主要知识产权及标准规范等目录：**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权（标准）类别** | **知识产权****（标准）****具体名称** | **国家****（地区）** | **授权号****（标准编号）** | **授权****（标准发布）日期** | **证书编号****（标准批准发布部门）** | **权利人****（标准起草单位）** | **发明人（标准起草人）** | **发明专利（标准）有效状态** |
| 发明专利 | 一种风力发电机轮毂动平衡装置 | 中国 | ZL202410666523.3 | 2024-08-06 | 7259412（国家知识产权局） | 山东国创精密机械有限公司 | 王建宏，张振强，朱熹巴·乌里别祖比亚·丘鲁卡，张磊安，汉斯·乌里希·明科勒 | 有效 |
| 发明专利 | 一种便于烘干的风电铸件清洗装置 | 中国 | ZL202411232866.5 | 2024-11-12 | 7514550（国家知识产权局） | 山东国创精密机械有限公司 | 王建宏，张振强，汉斯·乌里希·明科勒，朱熹巴·乌里别祖比亚·丘鲁卡，张磊安 | 有效 |
| 发明专利 | 一种风电铸件运输工装及其使用方法 | 中国 | ZL202410605668.2 | 2024-07-23 | 7224252（国家知识产权局） | 山东国创精密机械有限公司 | 张振强，王建宏，张磊安，汉斯·乌里希·明科勒，朱熹巴·乌里别祖比亚·丘鲁卡 | 有效 |
| 发明专利 | 一种风电铸件清洗设备 | 中国 | ZL202411142178.X | 2024-11-05 | 7501446（国家知识产权局） | 山东国创精密机械有限公司 | 张振强，张磊安，汉斯·乌里希·明科勒，朱熹巴·乌里别祖比亚·丘鲁卡，李雷 | 有效 |
| 发明专利 | 一种风力发电机及刹车机构 | 中国 | ZL202410578868.3 | 2024-07-23 | 7223721（国家知识产权局） | 山东国创精密机械有限公司 | 张振强，朱熹巴·乌里别祖比亚·丘鲁卡，张磊安，汉斯·乌里希·明科勒，李雷 | 有效 |
| 发明专利 | 一种通风散热型风电轴承座 | 中国 | ZL202311037944.1 | 2024-04-26 | 6940568（国家知识产权局） | 山东国创精密机械有限公司 | 张振强，张磊安，赵而团，李雷，刘怀雨 | 有效 |
| 发明专利 | 一种风力发电轴承用检测装置 | 中国 | ZL202410895311.2 | 2024-08-30 | 7335691（国家知识产权局） | 山东国创精密机械有限公司 | 王建宏，张振强，朱熹巴·乌里别祖比亚·丘鲁卡，张磊安，汉斯·乌里希·明科勒 | 有效 |
| 发明专利 | 一种风电铸件吊运装置 | 中国 | ZL202411179478.5 | 2024-11-15 | 7523148（国家知识产权局） | 山东国创精密机械有限公司 | 张振强，汉斯·乌里希·明科勒，王建宏，朱熹巴·乌里别祖比亚·丘鲁卡，张磊安 | 有效 |
| 发明专利 | 一种风电机组底座吊装机构 | 中国 | ZL202211035435.0 | 2024-02-23 | 6734634（国家知识产权局） | 山东国创精密机械有限公司 | 张振强 | 有效 |
| 发明专利 | 一种百吨级乏燃料贮运一体化金属容器的铸造方法 | 中国 | ZL201910319159.2 | 2019-04-19 | 4532858（国家知识产权局） | 山东国创精密机械有限公司 | 樊青峰，王建宏，汉斯·乌里希·明科勒 | 有效 |

**应用情况和效益**

|  |
| --- |
| 1．推广应用情况（限1页）单位：万元 |
| 应用单位名称 | 应用技术 | 应用起止时间 | 应用单位联系人/电话 | 经济效益 |
| 广东龙马铸造有限公司 | 应用超厚断面球墨铸铁轮毂专用球化、孕育技术及装备。 | 2021年1月～2024年12月 | 乔有顺19928619119 | 近两年新增销售收入81945万元，利润4998万元。 |
| 内蒙古龙马铸造有限公司 | 应用海上超大型轮毂铸造技术及装备，如双浇口底注式浇注系统、铁液高效过滤系统等。 | 2022年1月～2024年12月 | 刘超15148781110 | 近两年新增销售收入6189万元，利润1631万元。 |
| 山东龙马风能装备有限公司 | 应用球墨铸铁快速、平稳、洁净浇注技术等。 | 2021年1月～2024年12月 | 杨云庆15966118361 | 近两年新增销售收入61422万元，利润7119万元。 |
| 西门子歌美飒可再生能源科技(中国)有限公司 | 应用超大型海上风电轮毂产品 | 2022年1月～2024年12月 | 万运生15240338889 | 近两年新增销售风电机组收入645670万元，利润79870万元。 |
| 金风科技股份有限公司 | 应用超大型海上风电轮毂产品 | 2019年1月～2024年12月 | 王徐丽18621700656 | 近两年新增风电机组销售收入1265800万元，利润230087万元。 |
| 应用概述：项目技术成果成功应用于广东龙马铸造有限公司，内蒙古龙马铸造有限公司，山东龙马风能装备有限公司等企业，累积新增销售收入约15亿元，累积增加利润约1.38亿元。基于项目技术成果生产的超大型风电轮毂铸件在西门子歌美飒可再生能源科技(中国)有限公司，金风科技股份有限公司，远景能源有限公司的大型风电机组装机使用，为应用企业创造经济效益约276亿元。近2年，基于项目技术成果生产的风电大型铸件合计约50万吨，实现销售收入约39亿元。同时，项目的成功研发创造了2000多个就业岗位，促进了当地经济的发展，推动了风电行业的科技进步，巩固了山东省作为风电高端装备制造大省的领先地位。 |

|  |
| --- |
| 2．近三年经济效益(社会公益类可以不填此栏)单位：万元 |
| 自然年 | 完成单位 | 其他应用单位 |
| 销售额 | 利润 | 税收 | 销售额 | 利润 | 税收 |
| 2024 | 391575 | 3834 | 5223 | 86903 | 7865 | 1895 |
| 2023 | 298121 | 12819 | 6978 | 62653 | 5883 | 1336 |
| 2022 | 217322 | 22875 | 4084 | 42379 | 4685 | 649 |
| 累 计 | 907018 | 39528 | 16285 | 191935 | 18433 | 3880 |
| 主要经济效益指标的有关说明：（限300字） |
| 项目主要完成单位山东国创精密机械有限公司应用该项目研发的技术，近3年直接销售额90.7 亿元，利润3.95亿元，创税1.63亿元。近3年情况分别为：2022年销售风电大部件16万吨，实现销售收入217322万元，利润22875万元，税收4084万元；2023年销售风电大部件20万吨，实现销售收入298121万元，利润12819万元，税收6978万元；2024年销售风电大部件29万吨，实现销售收入391575万元，利润3834万元，税收5223万元。其中，新增利润=销售毛利润-全年期间费用×新增销售额占主营业务收入的比重。新增税收=全年实际纳税额×新增销售额占主营业务收入的比重。 |
| 其他经济效益指标的有关说明（限300字）项目主要应用单位山东龙马风能装备有限公司、广东龙马铸造有限公司、内蒙古龙马铸造有限公司近3年的销售额累计19.2亿元，利润1.84亿元，税收0.39亿元。其中广东龙马铸造有限公司近3年累计新增销售额10.2亿元，新增利润0.67亿元，新增税收0.19亿元；内蒙古龙马铸造有限公司近3年新增销售额0.82亿元，新增利润0.22亿元，新增税收179万元；山东龙马风能装备有限公司近3年新增销售额8.2亿元，新增利润0.95亿元，新增税收0.18亿元。 |
| 3.社会效益（限500字） |
| 该项目新增了2000多个就业岗位，有效促进了当地物流、机械、化工、服务业等产业的发展。增强了企业的综合市场竞争力，实现了企业的跨跃式发展，促进了地区产业链条的延伸，促进了当地经济的发展。同时扩大了社会就业机会；增加了国家、地方的税收和出口创汇。超大型海上风电轮毂铸造技术的研发，提高了产品生产效率，实现了节能减排，促进了超大型球墨铸铁件的技术创新，推动了风电行业的科技进步。该项目立足超大型海上风电关键零部件高端装备制造，是新能源、绿色低碳产业的重要支撑，契合碳达峰、碳中和的国家战略，推动了山东省蓝色经济发展，巩固了山东省作为风电高端装备制造大省的领先地位。 |