2024年度山东省科学技术奖提名公示

**一、项目名称**

干散货码头全流程自动化及智能管控关键技术研究与应用

**二、提名者及提名意见**

**提名者**：山东省交通运输厅

**提名意见**：港口是国家的重要基础设施，是国际国内双循环的重要节点。智慧港口已成为世界港口的重要发展方向，提升干散货码头的装卸效率和安全性是智慧港口主要目标和当前迫切需要解决的难题。本项目针对干散货码头全天候复杂工况条件下目标识别与精准控制难、人机交互混合作业安全保障难、全场景全过程多设备协同难、全要素资源优化管控难等关键问题，以干散货码头设备无人化作业自动化为目标，通过产学研联合攻关，自主研发了基于数据驱动的多传感器融合干散货码头任务协同技术、研制了基于人工智能的干散货码头专用装卸以及清扫作业装备、提出了基于边云协同的干散货码头全流程自动化作业控制方法、研发了基于信息物理系统的干散货码头全流程自动化智慧管控平台，建成了全国首个全流程、全场景、全机种的干散货自动化码头，实现了码头生产流程自动化及多种设备的协同管控及安全预警、九大机种和七种工艺全流程无缝隙安全可靠智能高效绿色装卸作业，以及干散货作业人机物环柔性协同、全要素资源的可视化管理、最优化配置和一体化控制。

项目形成了系列成果，已应用于山东港口青岛港、渤海湾港所属多个干散货码头，作业效率提升超20%，节能20%以上，取得了良好的经济和社会效益，实现了本质安全更可靠、绿色环保更低碳、职工环境更舒适、智慧管控更科学，开创了干散货板块智慧港口新模式，引领了干散货码头智慧绿色的发展方向，为全球干散货码头转型升级提供了样板，为山东省经济建设和社会发展做出了重要贡献。经科技成果评价，项目技术成果达到国际领先水平。

该项目已征求了张焕军（山东省交通运输研究会、港航工程）、 高奎刚 （山东公路技师学院、交通信息工程）、顾群（交通运输部水运科学研究院、自动控制）、侯贵宾（河北港口集团有限公司、信息技术与计算机技术）、丁香乾（中国海洋大学、计算机应用技术与软件工程）等5名专家意见。

**三、提名等级**

山东省科技进步二等奖

**四、项目简介**

提升干散货码头的装卸效率和安全性是当前国内外行业的重要任务。本项目针对全天候复杂工况条件下目标识别与精准控制难、人机交互混合作业的安全保障难、全场景全过程的多设备协同难、全要素资源的优化管控难等难题，以设备无人化作业为目标，突破了多传感器融合新技术，研制了专用装卸及清扫作业新装备，提出了全流程自动化作业控制新方法，构建了全流程自动化智慧管控新平台，建成了全国首个全流程、全场景、全机种的干散货自动化码头。主要创新成果如下：

1、研发基于数据驱动的多传感器融合干散货码头任务协同技术，解决了全天候复杂工况条件下的目标准确识别与精准控制问题，实现了码头生产流程的自动化及多种设备的协同管控、系统运行的安全预警。研发了抓斗姿态识别、轨迹模拟、高精度扫描成像等关键技术，提出了卸船机顺序排抓策略，建立了装卸设备全自动作业模型和抓斗运动控制模型，实现了装卸平衡控制、抓斗闭环防摇、系统安全平稳运行；研发了基于多传感器融合的高精度定位技术，显著提升了定位精度，降低了系统探测时间，实现了多设备协同管控。

2、研制基于人工智能的干散货码头专用装卸以及清扫作业装备，攻克了人机交互混合作业的安全环保等难题，实现了九大机种、七种工艺全流程无缝隙高可靠的智慧绿色装卸作业。深度融合物联网、高精度定位、激光扫描和智能识别等技术，开发门机自动化系统，作业精准控制效率提高2%以上、放料成功率100%；提出点云数据结构构建、自动驾驶中行驶偏差的校正、路口通行路径规划等方法，研制港口专用无人自卸车，满足全天候自动化作业需要；集成机器视觉、互联控制系统和激光雷达等技术，研制火车车厢清扫机器人，实现自主动态清扫，提升清扫作业效率并保证作业安全。

3、提出基于云边协同的干散货码头全流程自动化作业控制方法，构建了全场景全过程的干散货码头无人化作业新模式，实现了干散货安全可靠智能高效的装卸。提出了码头全流程卸船线推优、堆场垛位智能选择等方法，构建了云边协同的水平运输调度、全自动化装车作业新模式，缩减船舶在港时间15%，提升集疏运效率30%以上，实现了装卸作业过程的智能、高效、绿色、安全，创造了码头装卸的新质生产力。

4、研发基于信息物理系统的干散货码头全流程自动化智慧管控平台，解决人机物环柔性协同问题，实现全要素资源的可视化管理、最优化配置和一体化控制。提出了基于Petri网的系统建模和可达性分析方法，融合多态工业网络、场景态势感知、智能调度、虚拟现实等技术，研发了集生产调度、库场管理、设备控制、状态可视于一体的码头信息物理系统，实现了运营现状可察、风险可辨和未来可测，形成了可复制、可推广、可商业化的干散货自动化码头整体方案。

项目取得发明专利25项、实用新型16项、软著27项，发布标准3项，发表论文13篇，其中SCI/EI9篇。项目运行以来，作业效率提升20%、节能超20%，节支增效超4.7亿元，经济和社会效益显著。

**五、主要知识产权和标准规范等目录**

| **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** | **第一完成人是否为发明人（标准起草人）** | **第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发明 | 一种门机抓斗防摇系统 | 中国 | ZL202111450973.1 | 2023-9 | 6358625 | 山东港口渤海湾港集团有限公司、山东朝辉自动化科技有限责任公司 | 吴宇震、栾纪弢、郝健、刘金旭、纪辉、 尹可晖 | 有效 | 是 | 否 |
| 发明 | 车辆行为预测场景数据集的构建和管理方法及其系统 | 中国 | ZL202310449345.4 | 2023-8 | 6224137 | 山东港口渤海湾港集团有限公司、北京斯年智驾科技有限公司 | 吴宇震、王文通、刘金旭、朱晓龙、郝健、 刘羿、陈之坤、吕长虹 | 有效 | 是 | 否 |
| 发明 | 一种散货码头装车定位测距装置 | 中国 | ZL202310380328.X | 2023-10 | 6423513 | 青岛港国际股份有限公司、青岛港国际股份有限公司前港分公司 | 赵伟丽、管辉、李炜、杨天学、王德萍、季妍、纪辉、黄磊、薛振、马学旭、石郑健、刘尚旗 | 有效 | 否 | 是 |
| 发明 | 一种散货码头堆场垛位的智能选择方法及系统 | 澳大利亚 | 202011063403.2 | 2021-9 | 2021104978 | 华东师范大学 | 吕长虹、杨立光、宣国宝、 张小锐、李顺平、王超、成常杰 | 有效 | 否 | 否 |
| 发明 | 点云最近邻数据结构构建方法及其系统 | 中国 | ZL202310315467.4 | 2023-8 | 6230048 | 山东港口渤海湾港集团有限公司、北京斯年智驾科技有限公司 | 吴宇震、陈亮、郝健、吕长虹、郭林栋、刘金辉、刘羿 | 有效 | 是 | 否 |
| 发明 | 一种万吨级船舶卸船作业方法 | 中国 | ZL202111038656.9 | 2023-3 | 5775333 | 青岛港国际股份有限公司、青岛港董家口矿石码头有限公司 | 赵兵、代伟军、于守水、 尹崇志、管辉、刘文栋、王涛、王政、 于世迎、黄蒙恩、张坤、袁瑞磊、廉森 | 有效 | 否 | 是 |
| 发明 | 干散货码头全流程卸船线推优技术优化系统、方法及应用 | 中国 | ZL202211430003.X | 2023-8 | 6224152 | 山东朝辉自动化科技有限责任公司 | 纪辉、尹可晖、董怡、徐琳 | 有效 | 否 | 否 |
| 其它 | Bismuthene quantum dots integrated D-shaped fiber as saturable absorber for multi-type soliton fiber lasers | 美国 | WOS:000992353900001 | 2023-1 | 无 | 山东大学 | 潘瀚、褚宏伟、李英、潘忠奔、赵佳、赵圣之、黄卫春、李德春（通讯作者） | 有效 | 否 | 否 |
| 软著 | 堆场设备智慧管控软件 | 中国 | 2022SR1507667 | 2022-11 | 10461866 | 青岛港国际股份有限公司、青岛港国际股份有限公司前港分公司、山东朝辉自动化科技有限责任公司 | 赵伟丽、代伟军、张杰、刘福乾、薛松、李磊、纪辉、张永强、亓亮 | 有效 | 否 | 是 |
| 软著 | 卸船机状态监测软件 | 中国 | 2022SR1507516 | 2022-11 | 10461715 | 青岛港国际股份有限公司、青岛港国际股份有限公司前港分公司、山东朝辉自动化科技有限责任公司 | 赵伟丽、代伟军、张杰、王鹤、纪辉、张海军、李德春 | 有效 | 否 | 是 |

**六、主要完成人**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓 名 | 性别 | 出生年月 | 技术职称 | 文化程度 | 工作单位 |
| 1 | 吴宇震 | 男 | 1973年8月 | 工程技术应用研究员 | 研究生 | 青岛港国际股份有限公司 |
| 2 | 赵伟丽 | 女 | 1975年5月 | 高级工程师 | 本科 | 青岛港国际股份有限公司 |
| 3 | 李德春 | 男 | 1968年5月 | 教授 | 博士 | 山东大学 |
| 4 | 张海军 | 男 | 1970年2月 | 高级工程师 | 本科 | 山东港口渤海湾港集团有限公司 |
| 5 | 代伟军 | 男 | 1972年1月 | 高级经济师 | 本科 | 青岛港国际股份有限公司 |
| 6 | 张杰 | 男 | 1974年11月 | 高级技师/工程师 | 本科 | 青岛港国际股份有限公司 |
| 7 | 纪辉 | 男 | 1974年10月 | 工程师 | 本科 | 山东朝辉自动化科技有限责任公司 |
| 8 | 刘弈 | 男 | 1988年7月 | 工程师 | 研究生 | 北京斯年智驾科技有限公司 |
| 9 | 吕长虹 | 男 | 1973年6月 | 教授 | 博士 | 华东师范大学 |
| 10 | 亓亮 | 男 | 1986年5月 | 副教授 | 博士 | 山东科技大学 |

**七、主要完成单位情况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 完 成 单 位 名 称 | 邮政编码 | 详细通信地址 | 隶属省部 | 单位属性 |
| 1 | 青岛港国际股份有限公司 | 266000 | 山东省青岛市市北区港极路7号 | 山东省 | 企业 |
| 2 | 山东港口渤海湾港集团有限公司 | 261041 | 山东省潍坊市健康东街6888号蓝色智谷 | 山东省 | 企业 |
| 3 | 山东大学 | 266237 | 山东省青岛市即墨区滨海路72号 | 山东省 | 高校 |
| 4 | 山东朝辉自动化科技有限责任公司 | 266041 | 山东省青岛市李沧区金水路187号5号楼5层508室 | 山东省 | 企业 |
| 5 | 北京斯年智驾科技有限公司 | 102600 | 北京经济技术开发区荣华中路10号 | 北京市 | 企业 |
| 6 | 华东师范大学 | 200241 | 东川路500号 | 上海市 | 高校 |
| 7 | 山东科技大学 | 266590 | 山东省青岛市黄岛区前湾港路579号 | 山东省 | 高校 |