

一、项目名称：复杂水域无人船艇自主化技术与规模化应用

二、提名者：陕西省知识产权局

提名意见：

该项目面向复杂水域无人船艇自主化技术，进行了从基础理论、模型方法到硬件系统构建三个维度的研究形成了高通用性、高可靠性、高智能化的无人船艇自主化技术的研究成果，解决了传统路面无人驾驶技术无法应用于复杂水域场景的瓶颈问题，显著提升水上作业的安全性与效率。该技术形成的《无人艇感知和自主航行系统》获得了全球首个且目前唯一的中国船级社产品型式认可证书，系统目前已在千余艘无人艇中进行了直接应用，累计应用水域近百个，直接产生了超5亿元的经济收益，并在海洋经济、滨水经济、水域环卫等方面产生了良好的社会效益，受到了主流媒体的广泛报道。该项目兼备好的技术创新性和扎实的应用落地性，显著推动了行业的科技进步。提名该项目为陕西省科学技术进步奖-二等奖。

三、项目简介

无人船艇是集自主航行、智能感知、远程驾控、任务载荷于一体的新型水上智能装备，也是连接智能船舶、智慧港航、数字海洋、水域治理的重要末端节点。其价值已不局限于以机器替代人工完成水上作业，而在于以“无人化装备、智能化系统、网络化协同、规模化应用”的技术形态，重构水域感知、作业组织、安全保障和资源利用方式，为海洋强国、交通强国建设提供基础性装备支撑。“十五五”规划提出，提高经略海洋能力，推动海洋经济高质量发展，加快建设海洋强国；同时强调做强做优高端船舶和海洋工程装备，并加快深海无人智能技术开发。在此背景下，规模化应用无人船艇既是船舶与海洋工程装备向高端化、智能化、绿色化升级的重要载体，也是发展海洋领域新质生产力、拓展海洋经济新空间的关键装备。从需求驱动和发展趋势上，无人船艇正从简单任务、单一场景应

用，扩展到复杂任务、多样场景、规模化应用。而当前无人船艇规模化发展中仍存在两方面难题：

难题 1：无人船艇自主化系统复杂度不断提升与高可靠性、规模化应用要求之间的矛盾。相比于路面的无人驾驶系统，由于船艇更大的本体尺度、需要更远的探测距离，需要接入更多的外部设备、控制更复杂的执行机构，带来系统复杂度不断提升、信息处理难度提升、系统集成度低带来可靠性下降等问题。然而，船艇由于所处水面环境的特殊性以及事故后果的严重性，对于系统可靠性通常有着更高的要求。当无人船艇由单艇示范走向多平台、跨水域、常态化、规模化应用时，还需解决设备配置差异、软硬件一致性、批量化维护等问题，进一步加大了系统在可靠性、可维护性与经济性之间实现平衡的难度。

难题 2：复杂水域下传统无人船艇自主化系统适应性不足。水面通常缺少固定边界和稳定标识，而目标船舶、漂浮物和作业设施则具有外形多样、尺度跨度大、运动意图不确定等特点，与反射、倒影、海面杂波干扰等因素叠加，容易造成目标误检、漏检、环境理解偏差。在狭窄内河、桥下等环境中，卫星信号多径效应可能导致定位漂移，水面波动环境下频繁的艇体姿态变化，也会增加姿态准确估计的难度。此外，船艇同时受到风、浪、流等多源耦合作用，易产生横摇、纵摇、升沉等多自由度运动，使其操纵响应、推进效能和运动模型具有较强不确定性，传统控制方法在复杂水域场景的模型适配、航迹跟踪精度和扰动抑制能力仍面临较大局限。

针对上述两个难题，本项目进行了系统化的分析和拆解，提出了多项创新性的技术成果，最终实现了复杂环境适应性强、可靠性高、性能指标领先的无人艇感知和自主航行系统装备。具体创新内容如下：

创新点 1：复杂水域无人船艇自主化技术体系。技术体系涵盖基础硬件平台、软件架构、关键算法和应用软件，不同技术之间相互促进和配合，突破了水面无人船艇自主化系统实现高集成度、高可靠性、高适应性的技术难题，形成了面向不同无人船艇应用场景、规模化应用的新装备。

创新点 2：水面大规模跨模态数据采集与处理技术。研制了高效无人数据采集平台，提出了跨模态数据精准对准与半自动标注技术，系统解决了水面场景数据缺失与标注瓶颈，构建了全球首个大规模、多模态复杂场景无人船艇数据集，为智能模型训练与验证提供了关键数据基础。

创新点 3：复杂水域场景下的无人船艇自主感知技术。在水面无人系统外部环境感知中，提出面向复杂水面环境的毫米波雷达点云质量增强技术，研发了退化场景下的毫米波雷达单源目标态势感知技术，以及面向多源异构信息的多模态鲁棒融合目标态势感知技术；在水面无人系统自身状态感知中，研发了融合毫米波雷达多普勒自运动估计与退化场景识别的状态感知方法，构建了基于毫米波雷达的全局定位技术，并结合跨模态数据融合实现环境地图构建，形成了适用于复杂水面场景的新型同步定位与建图技术。所提出的外部环境感知与自身状态感知技术，有效增强了水面无人平台在强干扰、遮挡及感知信息不完备等恶劣条件下的环境理解、自身状态估计与持续自主运行能力。

创新点 4：水面强扰动下的无人船艇自主控制技术。提出动力学模型在线估计、环境干扰前馈补偿与非线性鲁棒控制结合的控制架构，实现了在未知扰动与多变平台下的高精度、高适应性自主运动控制，增强了无人船艇在复杂海况中的操控能力。

本项目成果发表了 21 篇高水平 SCI/EI 学术论文，授权 49 项发明专利，参编国行标 3 项，形成的“无人艇感知和自主航行系统”装备获得了全球首个且目前唯一的中国船级社 (CCS) 产品型式认可证书和船用产品证书，通过了法定检验。在应用方面，该技术目前已在 1300 余艘无人或智能船艇中进行了规模化应用，应用船艇类型包含无人环保船、智能游船、海洋监测无人艇、应急救援船、公务船、内河散货船、海工作业船、远洋货船等 46 种不同船型，广泛应用至全球 12 个国家、150 余不同水域，无人化累计航行里程数达到 110 万公里，无人化里程数行业内第一，应用客户覆盖包含中远海运、中船集团、招商局等大型央国企，海事、海监、边防等的政府部门，以及地中海航运 (MSC)、亚特兰蒂斯油轮集团等大型海外船舶公司，应用客户超过 350 家，直接销售和融资经济效益已超

5 亿元。本项目技术成果产品，已为其他应用单位产生了数千万元的额外间接经济效益。

四、客观评价

1.高水平学术论文和专利成果

本项目成果共发表了 21 篇高水平 SCI/EI 学术论文,被引用 832 次(SCOPUS 数据库), 其中有 3 篇学术论文发表于国内第一单位年发表量仅个位数的机器人领域 TOP 期刊 IEEE TRO、IJRR, 数篇发表于 1 区期刊 IEEE JSTSP、IEEE TGRS、IEEE TII、JFR 等及 CCF A 类国际会议 ICCV 和 AAAI 等, 获得授权发明专利 49 项。

2.科技成果鉴定

2025 年, 本项目技术成果“无人艇感知和自主航行系统”经中国造船工程学会组织专家鉴定, 项目成果整体技术水平达到国际先进, 系列装备实现了规模化产业应用。

3.国家权威机构认证

(1) 中国船级社 (CCS) 是国家船舶技术检验的官方机构, 全球十大船级社之一, 项目研发成果形成的“无人艇感知和自主航行系统”获得了**全球首个且目前唯一的**中国船级社产品型式认可证书和船用产品证书, 意味着新技术和所形成的产品通过了国家法定检验, 直接体现了技术的先进性、成熟性和稳定性。

(2) 基于项目研发成果形成的智能船舶系统, 获得了中国船级社“智能航行系统”、“智能靠离泊系统”、“智能桥梁避碰系统”三类产品型式认可证书, 该系统可直接应用于万吨级大型远洋商货船。

4.科技查新

2025 年 8 月, 本项目技术成果“无人艇感知和自主航行系统研究及应用”涉及的关键技术经科学技术部西南信息中心查新检索, 查新结果表明: 国内未见文献报道。本项目具有新颖性。

5.同领域研究人员学术评价

本项目研究中所构建并发布的内河水面无人驾驶数据集 USVInland 与 FloW 目前总引用量约 390 次，收到来自清华、MIT 等机构的数据下载申请 7000 余次，填补了内河无人驾驶领域数据集空白。中船系统院在发表文章中评论：“与路面自动驾驶领域出现的公共数据集如 KITTI、牛津 RobotCar 和 nuScenes 等相比，USVInland 数据集无疑填补了（内河自动驾驶领域数据集）这一空白，为内河无人驾驶船舶开辟了新的局面”。

对于内河场景下的水面无人驾驶环境感知方法，所提出的毫米波雷达点云检测方法发表至领域顶刊 IEEE TRO, 实现了相比传统雷达点云检测器更好的性能，所生成的点云在水面感知任务中发挥了更大的优势。智能车领域顶级期刊 IEEE TIV (IF=14) 文章评论，项目所提出方法“显著提高了自动驾驶等应用中 4D 雷达点云的精度和密度”，TARS 期刊主编、IEEE Fellow Martin Vossiek 先生在 IEEE TIV 文章中评论，项目所提出的“提高雷达点云探测质量的方法，是提高逆传感器模型性能的一个很有前途的方向”。

所提出的融合目标检测方法发表至计算机视觉顶级国际会议 ICCV，目前总引用量约 130 次。IEEE TIV(IF=14)发表综述文章称，所提出的方法“通过利用额外的雷达数据输入，包括距离、速度和反射截面积值提高检测精度”，IEEE TCCN(IF=7.4)发表综述文章称，所提出方法“基于毫米波雷达和图像的融合数据，将深度多尺度融合应用于目标检测。该算法显著提高了平均检测精度，在其中一个传感器恶化时仍保持鲁棒性”。

6. 官方媒体评价报道

项目技术成果应用落地，受到了人民日报、新华社、人民网、中国青年报等多家官方媒体的广泛报道。

人民日报报道称“传统人工方式打捞，效率低、成本高、有危险”，而本项目技术落地的清洁无人艇“通过远程设置任务作业，环卫工人无需下水，只需在岸边倾倒垃圾”，有效“改善安全性和效率问题”。清洁无人艇落地清华荷塘、南京紫东、新加坡圣淘沙、巴塞罗那、泰晤士河等地，用“科技守护绿水青山”，收获了新华社、人民网等媒体的报道。

人民日报评论本项目技术落地应用的西安护城河无人驾驶游船“借助数字化手段丰富消费场景、提升消费体验”。人民网发文报道无人驾驶游船“应用于景区观光、接驳等场景，推动水域经济智慧化升级”，“极大扩展水域经济的新业态模式”，“最大程度提高运营效率，降低运维与管理成本”，收获了央广网、人民网、中青报等媒体的广泛报道。

项目成果技术获得中国船级社颁发的全国首个“海工级”无人艇感知与自主航行系统产品型式认可证书后，人民网报道指出该项认证“标志着我国自主研发的‘海工级’无人系统正式获得行业准入”。

7.创新成果奖励（部分）

- 本项目获得的部分创新成果奖励如下
- （1）2020 年项目成果《欧卡无人驾驶清洁船》，获第三届中国“互联网+”生态环境创新创业大赛**金奖**。贡献人：朱健楠、程宇威。
 - （2）2022 年项目成果《欧卡智舶水面无人驾驶服务机器人项目》，获首届全球港航创新创业大赛**一等奖**。贡献人：程宇威、朱健楠等。
 - （3）2023 年项目成果《水面无人驾驶船舶》，获全球海洋经济创新创业大赛总决赛**金奖**。贡献人：朱健楠、程宇威等。
 - （4）2023 年项目成果《无人驾驶环保船》,获 HICOOL 全球创业大赛**一等奖**。贡献人：朱健楠、程宇威等。
 - （5）2025 年项目成果《无人艇感知和自主航行系统》，入选全国技术贸易创新实践案例。贡献人：朱健楠、程宇威等。
 - （6）2025 年项目成果《水面无人驾驶系统》，作为**陕西省唯一，全国六强之一**，入选世界知识产权组织（WIPO）全球前 30 强。

五、应用情况

主要应用单位情况表					
序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系

					人/电话
01	陕西欧卡电子智能科技有限公司	复杂场景水面无人驾驶系统、水面无人驾驶整船平台等	无人艇感知和自主航行系统，无人驾驶环保船，无人驾驶游船。5.3382 亿元。	2020.01-至今	张文斌/ 029-87557073
02	深圳市奇航疆域技术有限公司	复杂场景水面无人驾驶系统整套技术	无人驾驶水面巡检服务机器人，240 万元。	2022.05-至今	宋航宇/ 0755-86535548
03	云南澈澳经贸有限公司	复杂场景水面无人驾驶系统整套技术	无人驾驶水面环卫机器人，180 万元。	2022.08-至今	孟波/ 18987144112
04	苏州伯德环境发展有限公司	复杂场景水面无人驾驶系统整套技术	水面监测巡检无人船，225 万元	2022.12-至今	林多多/ 0512-88899616
05	苏州华心科技服务集团有限公司	复杂场景水面无人驾驶系统整套技术	无人驾驶水面环卫机器人，826 万元。	2023.07-至今	龚梦辉 /13913552145
06	青岛能征智能装备有限公司	无人艇感知和自主航行系统	海洋特种应用和渔业辅助无人船艇整机，	2024.07-至今	耿萌霞 /15002942874

			1253.15 万元。		
07	青岛海征新能源船舶科技有限公司	无人艇感知和自主航行系统	海工级作业无人艇, 562 万元。	2024.09-至今	董桂焄 /13658696481
08	威海朝阳船艇开发有限公司	无人艇感知和自主航行系统	内河/海洋应急救援艇, 723 万元。	2024.03-至今	何理旭 /0631-5762999
09	常熟市国瑞科技股份有限公司	水面复杂环境下的无人系统自主感知技术	1000 吨新能源散货运输船。	2024.09-至今	葛颖 /0512-52345677

本项目技术主要应用于智能船舶、无人艇领域，目前已应用至本单位的水面无人驾驶清洁船、无人驾驶游船 6 款标准化产品中，累计应用 1100 余艘。此外，本项目技术成果所形成的“无人艇感知和自主航行系统”“智能航行系统”，也以系统整体或技术服务的形式，应用到 46 个类型的 200 多条其他船艇中。

应用 1：水面无人驾驶清洁船系列产品。通过本项目技术，清洁船能够准确识别水面垃圾、障碍物等并进行收集，通过自适应控制方法保证清洁过程的稳定运行。

应用 2：水面无人驾驶游船系列产品。可实现自动巡航、自主避障、自主靠泊等功能，提高游船行驶的安全性、体验感，在不同风浪、不同载客状态下，可平稳地按照预设路径运行。

应用 3：应用至水利作业类船舶。如底泥洗脱船，疏浚挖泥船等，可实现船舶的定点作业、区域遍历、自主返航等，其厘米级别定位与控制效果可避免人工

操作同一区域重复作业，已在青海湖、洪湖、舟山港、宁夏等地应用。

应用 4：应用至海洋观监测、风电运维无人艇。可实现无人化的点位动力定位、观监测路线、运维路线的自主航行，可长时间无人值守，已随科考任务在南海应用，及中国华能集团，中核集团等海上风电运维应用。

应用 5：系统应用至内河/海洋救援艇。实现高海况、大干扰条件下船只的自主巡航、人员搜索、自动跟随等，避免了高海况下纯人工救援的危险性，已在山东蓝天救援队、岱山公安局、舟山公安局等实地应用。

应用 6：系统应用至大型货运船舶。智能航行系统，实现态势感知、自主避碰、自主航行等功能，已在浙江货运船、嘉通轮远洋货船应用，取得 CCS 智能航行 N 标志，并在土耳其亚特兰蒂斯油轮等应用。

目前，本项目完成单位直接进行技术应用的水面无人驾驶清洁船、水面无人驾驶游船、无人艇感知和自主航行系统等产品，广泛应用至超过 12 个国家、150 余不同水域，无人化累计航行里程数超过 110 万公里，无人化里程数行业内第一。

六、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	基于高精度地图的水面可行驶区域提取方法、装置及设备	中国	CN114814796A	2022-09-30	ZL202210765215.7	陕西欧卡电子科技有限公司	程宇威、朱健楠、姜梦馨、池雨豪、虞梦苓
2	发明专利	基于海上避碰规则的智能决策方法	中国	CN120823729B	2025-12-12	ZL202511324878.5	陕西欧卡电子科技有限公司	王培栋、薛瑞鑫、程宇威、杨蓓
3	发明专利	一种无人船的位姿估计方法、装置	中国	CN117419690A	2024-03-12	ZL202311706071.9	陕西欧卡电子科技有限公司	姜梦馨、王培栋、朱健楠

		及存储介质					技有限 公司	
4	发明专利	水面漂浮目标自主巡检方法、装置、设备及存储介质	中国	CN112102369A	2024-04-09	ZL202010953323.8	陕西欧卡电子科技有限公司	程宇威、朱健楠、池雨豪、虞梦苓
5	发明专利	流速下的无人船入库方法、装置、计算机设备及存储介质	中国	CN115617052A	2023-03-21	ZL202211619018.0	陕西欧卡电子科技有限公司	程宇威、朱健楠、董雨晨、池雨豪、虞梦苓
6	发明专利	基于毫米波雷达的水面机器人的全局重定位方法	中国	CN114545400A	2022-08-05	ZL202210450844.0	陕西欧卡电子科技有限公司	程宇威、朱健楠、庞长松、池雨豪、虞梦苓
7	发明专利	一种基于场景特征的参数自适应匹配双目测距方法及系统	中国	CN120876574B	2025-12-31	ZL202511395175.1	西北工业大学	沈贺、徐崧博、杨益新
8	论文附件	Are We Ready for Unmanned Surface Vehicles in Inland Waterways? The USV Inland Multisensor Dataset and Benchmark	中国	Doi:10.1109/LRA.2021.3067271	2021-04	IEEE ROBOTICS AND AUTOMATION LETTERS	陕西欧卡电子科技有限公司/清华大学	Cheng, YW;Jiang, MX;Zhu, JN;Liu, YM;
9	论文	A Novel Radar Point Cloud Generation Method for Robot	中国	Doi:10.1109/TRO.2022.3185831	2022-12	IEEE Transactions on Robotics	陕西欧卡电子科技有限公司/清华大学	Cheng, YW;Su, JR;Jiang, MX;Liu, YM

		Environmen t Perception						
10	论文	MS-VRO: a multistage visual-milli meter wave radar fusion odometry	中国	Doi:10.1 109/TR O.2024. 3400941	2024 年	IEEE Transactio ns on Robotics	陕西欧 卡电子 智能科 技有限 公司/清 华大学	Cheng, YW;Jian g,MX;Li u, YM;

主要完成人情况

姓名	排 名	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
程宇威	1	高级工程 师	陕西欧卡电子 智能科技有限 公司	陕西欧卡电子 智能科技有限 公司	设计船舶高通用性无人艇 自主航行控制器，牵头建 立全球首个内河无人艇多 模态数据集，设计研发复 杂场景毫米波雷达高质量 点云生成方法，提出多模 态鲁棒融合目标识别算 法，构建多传感器融合定 位框架，创新引入毫米波 雷达多普勒信息估计船舶 运动状态，是 1、4、5、6 项发明专利的第一作者， 第 2 发明专利的第三作 者，第 8、9、10 项论文的

					第一作者。主导项目技术攻坚与系统构建，推动项目从技术理论到工程化落地。
朱健楠	2	正高级工程师	陕西欧卡电子智能科技有限公司	陕西欧卡电子智能科技有限公司	其深度参与多模态数据集的架构设计，参与毫米波雷达与视觉融合的目标识别方法迭代，设计研发项目控制、感知算法，集成至清洁船、游船等 6 款标准化产品，是第 1、4、5、6 项发明专利的第二作者，第 3 发明专利的第三作者，第 8 项论文的第三作者。连接技术研发与市场推广，带领团队将产品拓展至 10 个国家、60 余个城市的 140 余片水域。
刘一民	3	教授	清华大学	清华大学	为项目提供学术理论支撑与算法优化指导，全程指导多模态数据集的理论构建，提出结合语义信

					息与运动状态估计的跨模态对准思路，指导团队聚焦水面特殊环境，确保数据集覆盖 30 余种场景。指导毫米波雷达点云生成方法理论迭代，引入逆传感器模型优化点云密度与精度，提出“退化场景语义理解”创新思路，优化多传感器融合定位框架数学模型，提升系统在复杂水面环境下的鲁棒性，是第 8、9、10 项论文的作者。
姜梦馨	4	未取得	陕西欧卡电子科技有限公司	陕西欧卡电子科技有限公司	深度参与雷达点云处理，提升毫米波雷达在水面波浪杂波环境下的数据质量，主导多模态融合视觉与雷达数据动态特征关联算法研发与参与全局定位算法优化，协助完善多传感器融合定位框架。是第 3 项发明专利的第一作

					者，第 1 发明专利的第三作者，第 8、10 项论文的第二作者，第 9 项论文的第三作者。
沈贺	5	教授	西北工业大学	西北工业大学	为项目提供无人船智能感知、自主航行与运动控制方面的理论支撑和技术指导，围绕复杂水面环境下的目标感知、轨迹跟踪、避障决策等关键问题，指导团队开展多源信息融合、智能控制与系统协同方法研究，完善项目总体技术路线和算法框架。提出虚拟采样控制方法，优化无人船从环境感知、状态判断到航迹控制的完整流程，提升系统在复杂工况下的稳定性和工程应用能力。是第 7 项专利的第一作者。
王培栋	6	未取得	陕西欧卡电子	陕西欧卡电子	负责水面无人驾驶系

			智能科技有限公司	智能科技有限公司	统的运动控制技术研发，主导研发动力学模型在线估计方法，设计多源传感器融合的风浪流干扰估计方法，引入前馈控制策略主动补偿环境扰动。优化非线性鲁棒控制律，引入滑模控制与滚动优化策略，构建完整的运动控制体系，是第 2 项发明专利的第一作者，第 3 发明专利的第二作者，确保系统在高海况、大干扰条件下的安全稳定运行，为项目提供技术支撑
杨蓓	7	未取得	陕西欧卡电子智能科技有限公司	陕西欧卡电子智能科技有限公司	负责海面避碰规则相关资料整理和调研，并基于此完成水面场景数据集构建、需求整理、水面场景感知与控制等功能需求定义。参与研发的项目管理与成果申报工作，是第

					2 项发明专利的作者。
--	--	--	--	--	-------------

七、主要完成单位及创新推广贡献

完成单位	排名	科技创新和应用推广情况的贡献
陕西欧卡电子智能科技有限公司	1	本单位作为主要项目承担单位,为项目的顺利研发提供技术、研发平台与场景、资金等各方面的支持。科技创新方面:本单位完成人主导整体研发,形成了复杂水域无人船艇自主化技术等实际应用问题下不同层级体系化、创新性的研究成果;应用推广方面:研究的成果直接应用于本单位的无人艇自主感知控制系统、水面无人驾驶服务机器人等产品,实现落地产品超千艘,应用水域百余个,直接经济效益超 5 亿元的推广。
清华大学	2	本单位对于该项目主要的科技创新贡献:参与项目中复杂水域无人船艇环境感知算法研究和无人船艇自主定位算法研究,共同形成了该项目中的学术论文成果,合作发表 11 篇高水平 SCI/EI 论文,不仅验证了技术的学术先进性,更为主流研究提供重要参考,推动复杂水域无人船艇核心算法理论的发展与完善,同时为项目技术的工程化落地提供了坚实的理论与算法支撑。
西北工业大学	3	本单位对该项目主要的科技创新贡献:本单位与陕西欧卡电子智能科技有限公司(欧卡智船)在“校招共用”高科技人才项目“无人船自动驾驶关键技术”的支持下,在无人船舶自动驾驶关键技术领域深度合作,参与了项目中无人船智能感知、自主定位、轨迹跟踪等关键技术研究,推动形成多传感器融合、自主航行与智能控制等相关成果。相关研究提升了无人船在复杂水面环境下的感知、决策和控制能力,促进项目成果的工程化应用,为相关技术的发展与推广提供了坚实的理论和实践支撑。

八、完成人合作关系说明

项目实施期间,陕西欧卡电子智能科技有限公司程宇威、朱健楠、姜梦馨、王培栋、杨蓓;清华大学刘一民;西北工业大学沈贺合作参与项目的研究工作,

主要取得成果如下：

项目第 1 完成人程宇威、第 2 完成人朱健楠合作完成知识产权 4“发明专利-水面漂浮目标自主巡检方法、装置、设备及存储介质”、知识产权 5“发明专利-流速下的无人船入库方法、装置、计算机设备及存储介质”、知识产权 6“发明专利-基于毫米波雷达的水面机器人的全局重定位方法”；第 1 完成人程宇威、第 2 完成人朱健楠、第 4 完成人姜梦馨合作完成知识产权 1“发明专利-基于高精度地图的水面可行驶区域提取方法、装置及设备”。

项目第 1 完成人程宇威、第 3 完成人刘一民、第 4 完成人姜梦馨合作完成知识产权 9“论文-A Novel Radar Point Cloud Generation Method for Robot Environment Perception”、知识产权 10“论文-MS-VRO: a multistage visual-millimeter wave radar fusion odometry”。

第 1 完成人程宇威、第 2 完成人朱健楠、第 3 完成人刘一民、第 4 完成人姜梦馨合作完成知识产权 8“论文-Are We Ready for Unmanned Surface Vehicles in Inland Waterways? The USV Inland Multisensor Dataset and Benchmark”。

第 1 完成人程宇威、第 6 完成人王培栋、第 7 完成人杨蓓合作完成知识产权 2“发明专利-基于海上避碰规则的智能决策方法”。

第 2 完成人朱健楠、第 4 完成人姜梦馨、第 6 完成人王培栋合作完成知识产权 3“发明专利-一种无人船的位姿估计方法、装置及存储介质”。

第 5 完成人沈贺依据“无人船自动驾驶关键技术”项目合作协议为项目提供理论支撑和技术指导，完成知识产权 7“发明专利-一种基于场景特征的参数自适应匹配双目测距方法及系统”。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	共同知识产权	程宇威/1 朱健楠/2 姜梦馨/4	2022 年 3 月	2022 年 9 月	基于高精度地图的水面可行驶区域提取方法、装置及设备	必备附件 1-1
2	共同知识产权	程宇威/1 王培栋/6 杨蓓/7	2023 年 8 月	2024 年 6 月	基于海上避碰规则的智能决策方法	必备附件 1-2
3	共同知识产权	朱健楠/2 姜梦馨/4 王培栋/6	2023 年 9 月	2024 年 3 月	一种无人船的位姿估计方法、装置及存储介质	必备附件 1-3
4	共同知识产权	程宇威/1 朱健楠/2	2020 年 9 月	2024 年 4 月	水面漂浮目标自主巡检方法、装置、设备及存储介质	未列入附件
5	共同知识产权	程宇威/1 朱健楠/2	2022 年 8 月	2023 年 3 月	流速下的无人船入库方法、装置、计算机设备及存储介质	未列入附件
6	共同知识产权	程宇威/1 朱健楠/2	2022 年 1 月	2022 年 8 月	基于毫米波雷达的水面机器人的全局重定位方法	未列入附件
7	产业合作	沈贺/5	2024 年 1 月	2024 年 6 月	一种基于场景特征的参数自适应匹配双目测距方法及系统	附件 3-4
8	论文合著	程宇威/1 朱健楠/2 刘一民/3 姜梦馨/4	2020 年 6 月	2021 年 3 月	Are We Ready for Unmanned Surface Vehicles in Inland Waterways? The USV Inland Multisensor Dataset and Benchmark	附件 3-1
9	论文合著	程宇威/1 刘一民/3 姜梦馨/4	2021 年 6 月	2022 年 7 月	A Novel Radar Point Cloud Generation Method for Robot Environment Perception	附件 3-2

10	论文 合著	程宇威/1 刘一民/3 姜梦馨/4	2023 年 8 月	2024 年 5 月	MS-VRO : a multistage visual-millimeter wave radar fusion odometry	附件 3-3
----	----------	-------------------------	------------	------------	--	--------