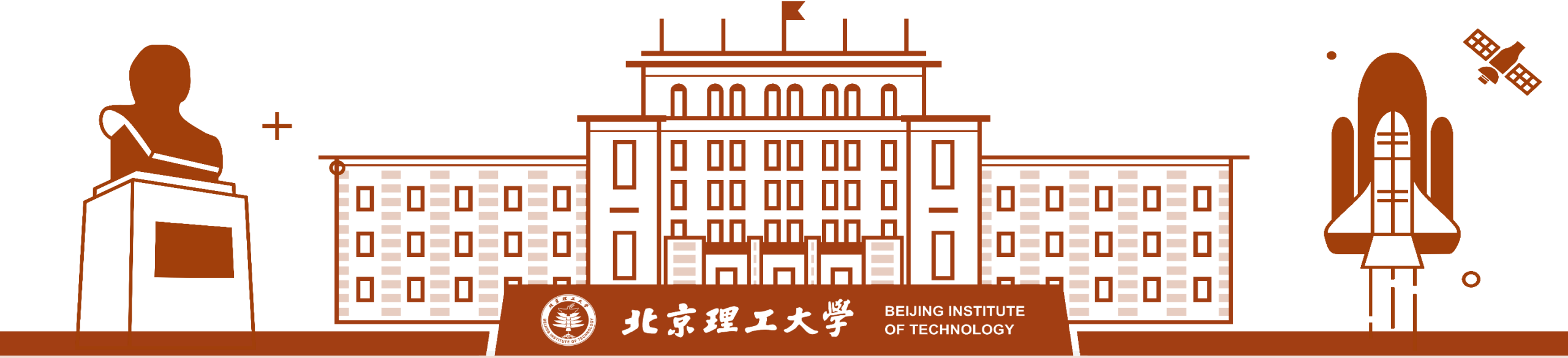


青春铸剑、智控未来

——2027届校园招聘面试自我介绍

应聘者：北京理工大学-张琳

应聘岗位：算法工程师

预计毕业时间：2027-06

实验室：自主智能无人系统**全国重点实验室**
伺服运动系统驱动与控制**工信部重点实验室**

个人介绍

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY



张　琳　博士研究生

男 | 1998-06 | 河北邢台 | 中共党员 | 2027届工学博士

所属学科：电子信息-控制工程

研究方向： 机器人导航控制、多机器人调度规划、强化学习在机器人应用

主要成果：

- 入选2026年**青培博士生专项**计划，发表论文**26**篇，其中**一作SCI论文8篇（一区4篇，二区3篇）**；
- 获**国家奖学金（2次）**、第十五届“青春北理”年度榜样人物（全校仅9人）等荣誉；
- 参与烟台港、上海宝钢、中石油东方物探等重大工程实践，参与完成港口 AGV、工业巡检机器人的**单机规控算法及多机协同调度算法**由仿真到实物平台的部署测试；
- 获**2024年中国国际大学生创新大赛金奖（北京市仅2项，负责人）**等50余项国家级、省部级奖项。

Contents

结构大纲

1 科研项目经历

2 成果与竞赛荣誉

3 自我评价与规划

PART 1

科研项目经历

- 博士研究课题
- 智慧滚装码头项目
- 工业机器人巡检项目
- 野外特种车辆作业项目
- 其他项目经历

博士研究课题背景

面向高密度复杂动态作业场景，围绕**无人系统自主导航与多机器人智能协同决策**，立足工程需求凝练科学问题，构建工程化自主协同技术体系，实现多机器人**安全、精准、高效**作业。



商品车转运港口物流



仓储货物频繁搬运



震源车编队野外勘探

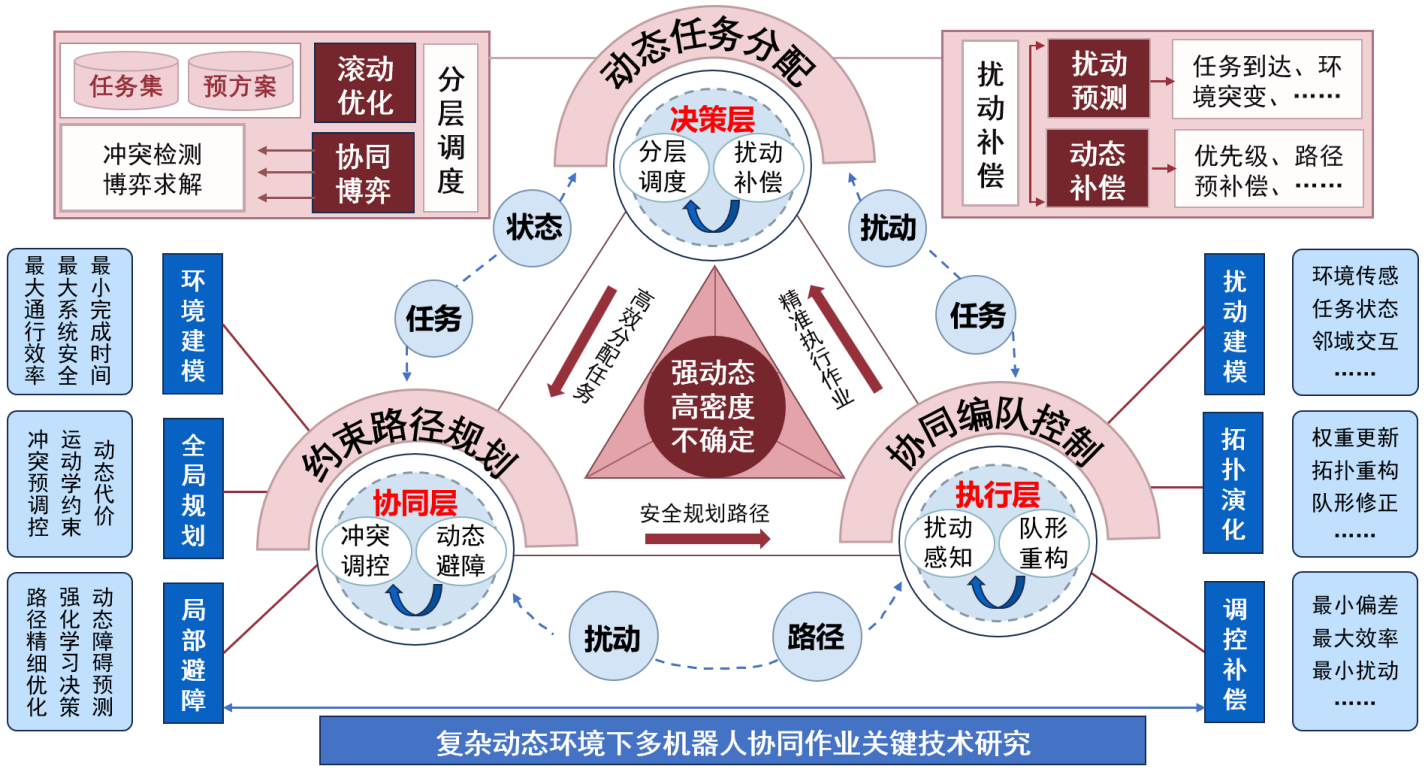


制造工厂零件分拣

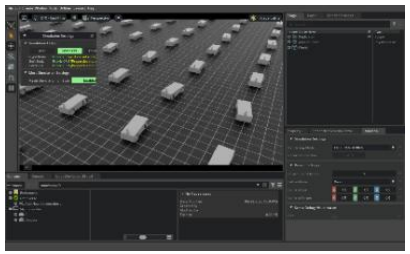
- **任务持续随机且密度高**
  任务随机多变，难以高效分配
- **物理可行空间严格受限**
  密集复杂环境，路径规划易撞
- **动静障碍交织叠加**
  障碍物形态多样、分布随机
- **应用落地受限**
  技术尚不成熟，实际应用有限

博士研究课题思路

围绕 “任务-路径-作业” 全链条，聚焦**动态任务分配、约束路径规划、协同编队控制**，实现任务适配、安全规划、扰动协同执行，各模块闭环耦合，支撑多机器人复杂场景作业。



验证手段



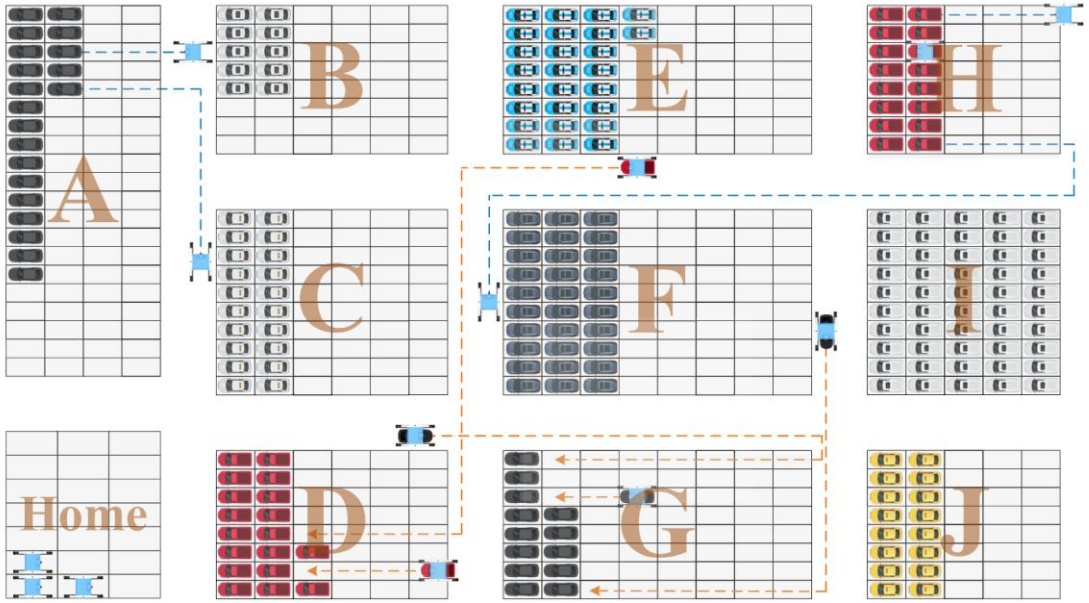




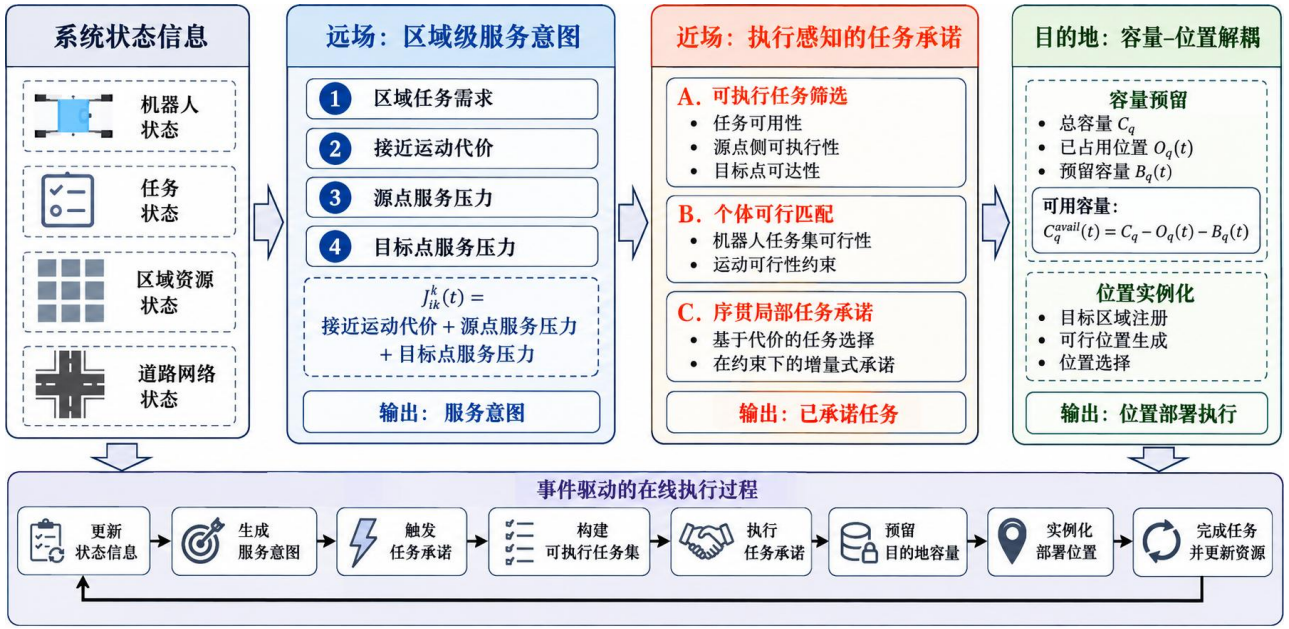
- 仿真模拟验证
- 样机原理验证
- 工程场景验证

博士研究课题内容-动态任务分配

针对高密度动态场景任务分配过早绑定资源，执行阶段易失效、产生资源冲突的难题，**提出基于渐进任务承诺与资源解耦的可执行性感知任务分配方法**，完成任务决策与空间资源的协同优化。



实际作业任务场景

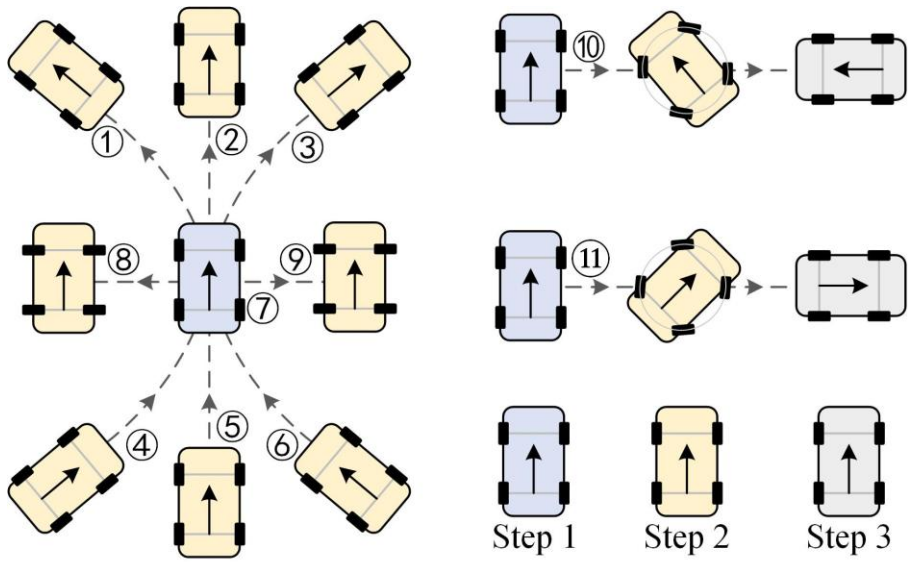


整体技术框图

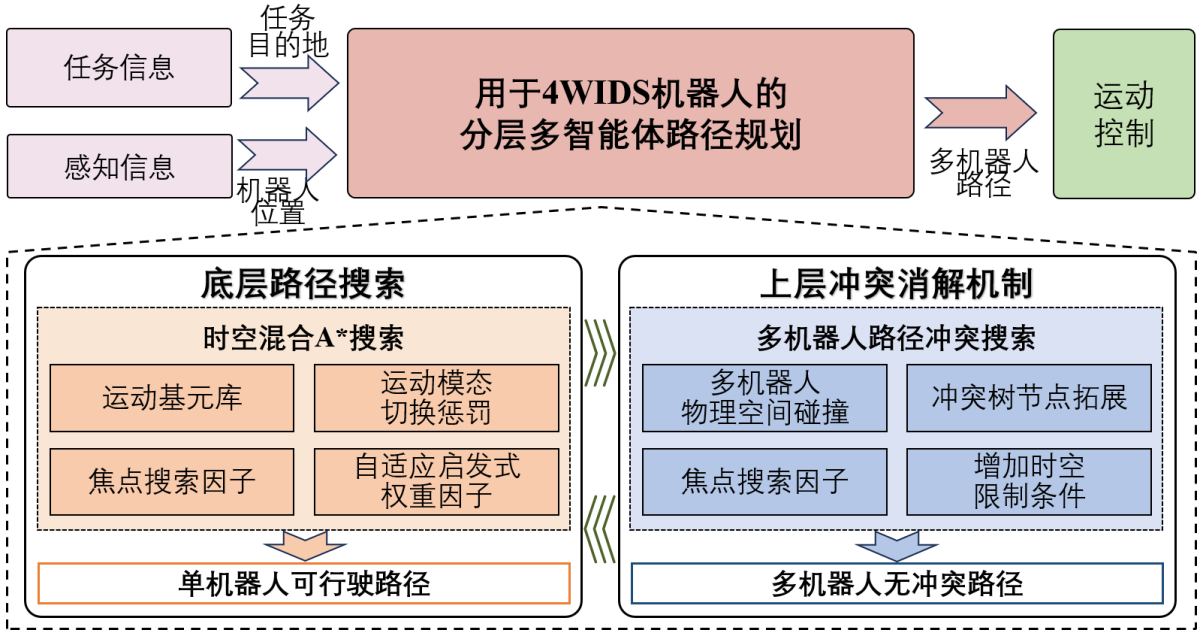
研究成果以第一作者投稿于 *Engineering Applications of Artificial Intelligence*

博士研究课题内容-约束路径规划

针对多 4-WIDS 机器人协同避碰难以兼顾本体与非完整运动约束的难题，**提出增强 CBS-运动基元搜索的分层路径规划方法**，实现满足机器人尺寸、运动模式及非完整约束的无碰撞路径生成。



4-WIDS运动基元库

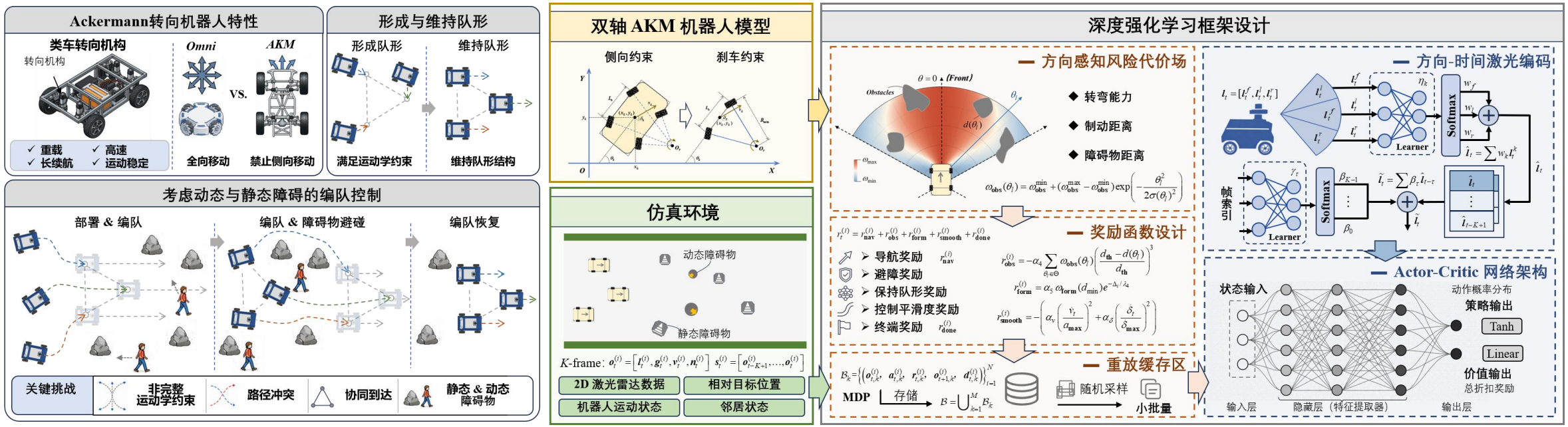


整体方法框图

研究成果以第一作者发表于 *IEEE Internet of Things Journal*

博士研究课题内容-协同编队控制

针对动态环境下 Ackermann 多机器人编队保持与避障难以兼顾的耦合难题，**提出融合可达性感知风险建模与多智能体强化学习的协同编队控制方法**，保障非完整机器人安全稳定协同运动。



问题及挑战　　整体方法框图

研究成果以第一作者投稿于 *IEEE Transactions on Robotics*

1.2 港口商品车多机器人自主转运系统研发与应用

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

项目背景及难点

山东港口 SHANDONG PORT GROUP | 烟台港 Yantai Port

传统港口商品车转运依赖**多环节人工操作，流程繁琐、效率低**，难以满足**大规模转运需求**，亟需构建多机器人协同的商品车自主转运系统。



传统商品车人工转运过程

商品车转运难点



作业环境多样且任务紧迫



商品车货价高且停放密集



堆场和道路区域动态变化

1.2 港口商品车多机器人自主转运系统研发与应用

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

项目简介及成果

提出**融合智能转运装备、车端作业系统、云端调度系统于一体的自主转运方案**，实现滚转码头 15 台机器人无人化作业。累计接待省部级以上考察 **600余**次，**入选 “世界智能航运十大案例”**。













受到了广大媒体的报道，得到了多位领导的认可

1.2 港口商品车多机器人自主转运系统研发与应用

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

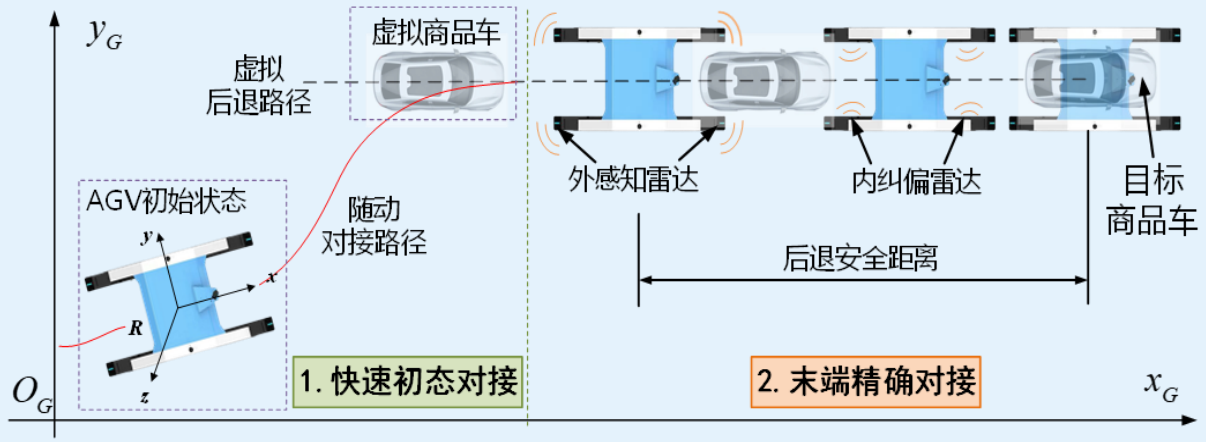
负责内容及贡献

1、设计**融合纯跟踪控制与激光雷达动态滤波的对接方法**，实现商品车厘米级自动对接。

2、研发融合**LSTM与多头注意力机制的深度强化学习局部规划算法**，实现动态障碍自主避让。

3、构建**多机器人协同调度系统，设计动态路网更新与时空A*规划方法**，实现多机器人路径冲突协调。

4、负责系统部署与现场调试，完成项目成果转化与材料整理，牵头获批研究生科创提升重点项目1项。

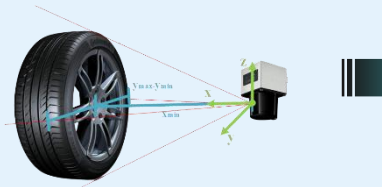


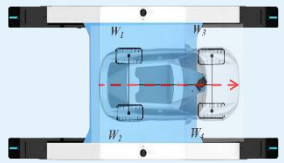
“远跟踪、近纠偏”的精准取放车对接

车轮定位

线激光雷达车轮检测

逆向定位车体位姿





对接过程





1.3 面向恶劣工业环境的智能巡检机器人系统研发

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

项目背景及难点

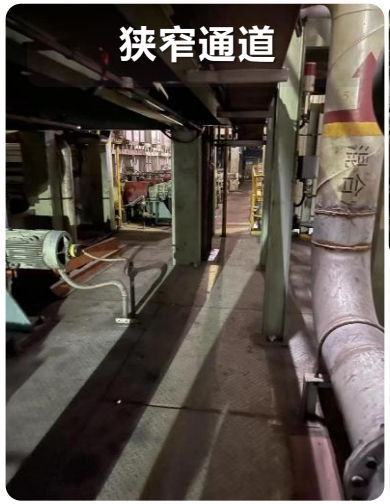
BAOWU

在高温、高噪声的工业场景中，**巡检范围广、点位多，人工巡检面临人手不足、检测结果受经验影响**等问题，因此需要机器人完成全天候自主巡检。













上海宝武退火炉作业区实况照片

巡检频率 **受限** 人员少 面积大 设备多

巡检方式 **落后** 人工巡检 专业性差

作业环境 **复杂** 高温 高噪音 安全风险

技术难点

- 通道狭窄 障碍物多
- 24h高温连续巡检
- 待检物繁多 定位要求高

1.3 面向恶劣工业环境的智能巡检机器人系统研发

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

项目简介及成果

研发并部署**适用于淬火炉恶劣工况的自主巡检机器人**，集成自主导航、智能规划与状态监测于一体，可在高温狭窄的恶劣工况下替代人工，**实现恶劣环境下的安全稳定的自动化巡检。**



自主巡检机器人硬件结构图

先后 4 次带队奔赴上海宝钢一线，在 50℃高温高噪音下调试，尽显不畏艰苦、勇挑重担精神。



精准捕捉目标物体（轴承 炉壁）

安全自主运行 18 个月，提升巡检安全与效率

1.3 面向恶劣工业环境的智能巡检机器人系统研发

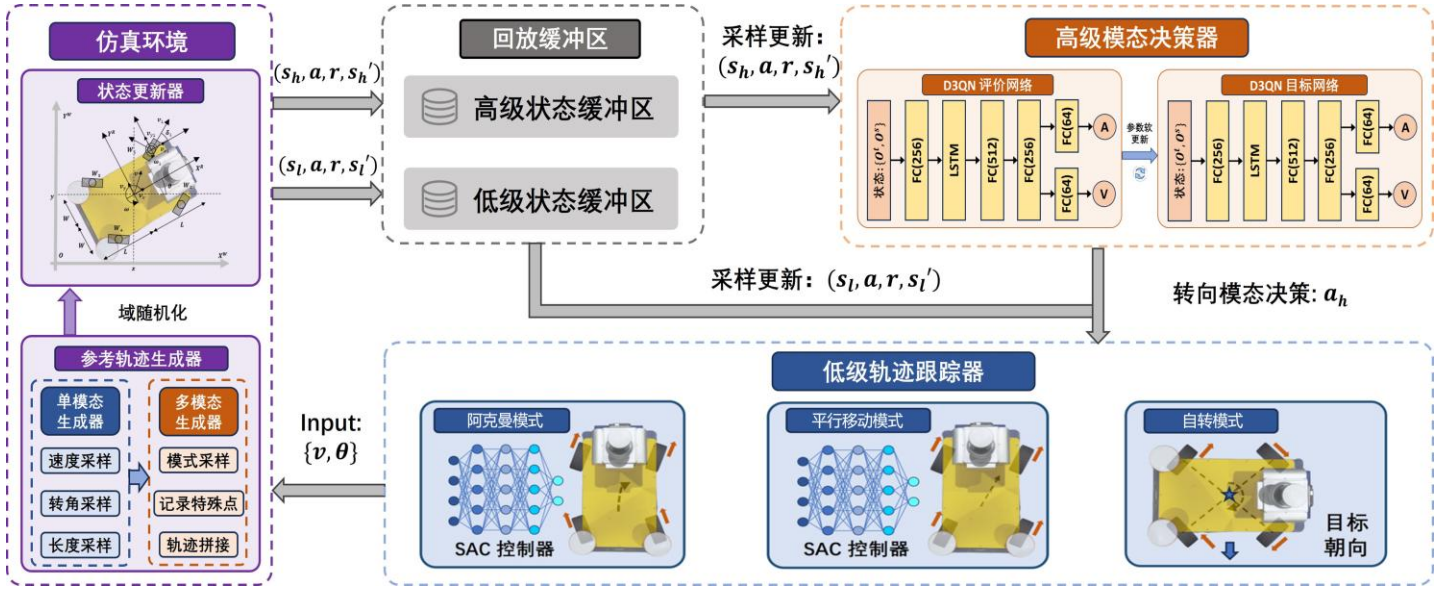
北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

负责内容及贡献

1、提出**引导式模型预测路径优化方法**，融合安全走廊约束，实现平滑安全轨迹规划。

2、研发**基于深度强化学习的多模态轨迹跟踪方法**，实现运动模式自主切换与高精度轨迹跟踪。

3、负责技术方案论证、现场部署调试与性能优化，完成项目结题及技术文档编制。



深度强化学习驱动的 4WS 多模态轨迹跟踪



上海宝武钢厂退火炉巡检生产线现场巡检

1.4 复杂野外环境下无人震源车自主作业系统研发

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

项目背景及难点

中国石油

油气勘探中的震源车需在**无固定道路、地形多变**的野外环境中连续到达多个炮点进行作业，**人工驾驶作业负担重**，因此需要车辆自主规划路线并平稳完成作业。

行业痛点

- 车辆重量范围 10吨~70吨
- 作业区存在大量 坡道、沟壑
- 面临暴雨、雾霾 等极端天气
- 10余种作业 任务类型






技术难点

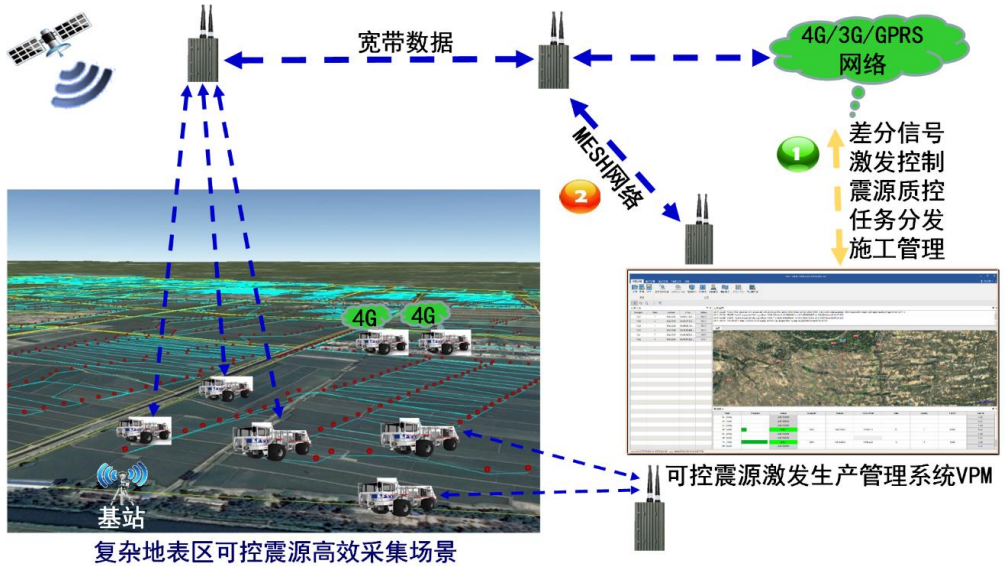
- 车辆稳定性 **差**：难以动态分配力矩
- 控制精度要求 **高**：崎岖地形影响跟踪精度
- 环境感知能力 **弱**：缺乏语义级的感知方法
- 多车协同难度 **大**：作业种类繁多且路径多变

1.4 复杂野外环境下无人震源车自主作业系统研发

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

项目简介及成果

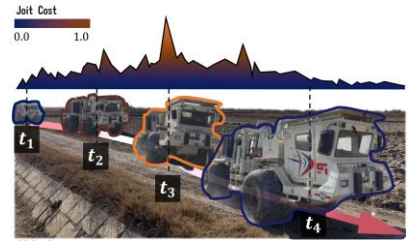
提出并研发**融合地形感知、运动规划与多车协同决策的无人震源车自主作业系统**，为中石油东方物探公司部署 **12** 套自主作业系统，**实现复杂野外环境下多车自主作业。**



复杂地表区可控震源高效采集场景

攻克车辆自主导航、多车协同规划与部署等关键技术，彰显青年科研人员科技报国、创新担当。







获科技部及集团认可，并在多个典型应用场景推广

1.4 复杂野外环境下无人震源车自主作业系统研发

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

负责内容及贡献

1、设计**基于自适应采样与贝叶斯学习的地形探索算法**，实现复杂野外环境自主路径规划。

2、提出**地形约束下的多车部署优化方法**，实现车辆协同部署与位姿优化。

3、提出**融合地形评估与瓶颈协调的多车规划方法**，实现复杂环境下车队协同通行。



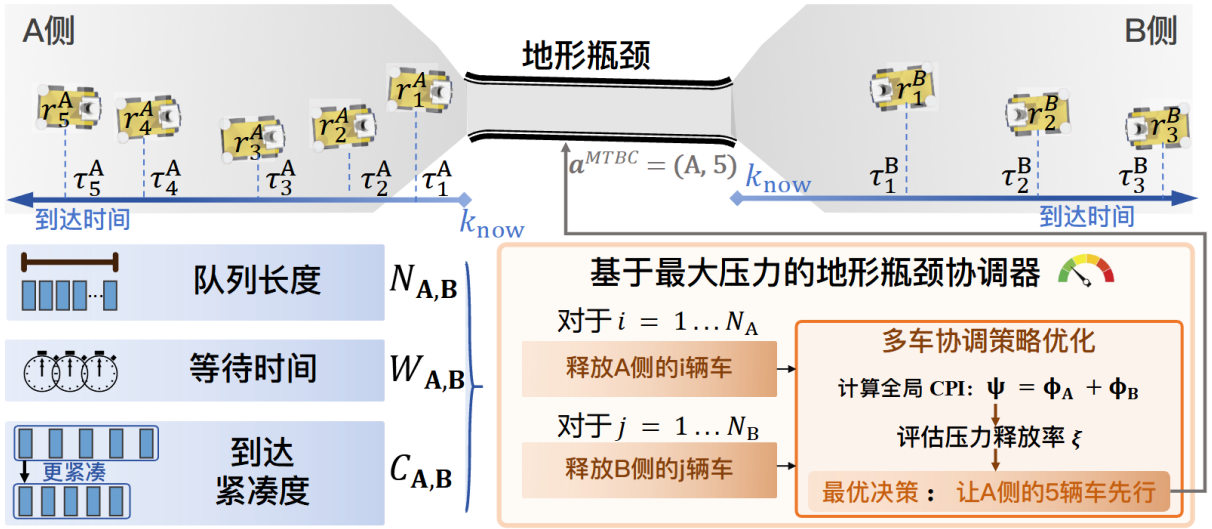


路径选择受崎岖地形影响





多车通行受有限空间制约



基于最大压力的地形瓶颈协调机制

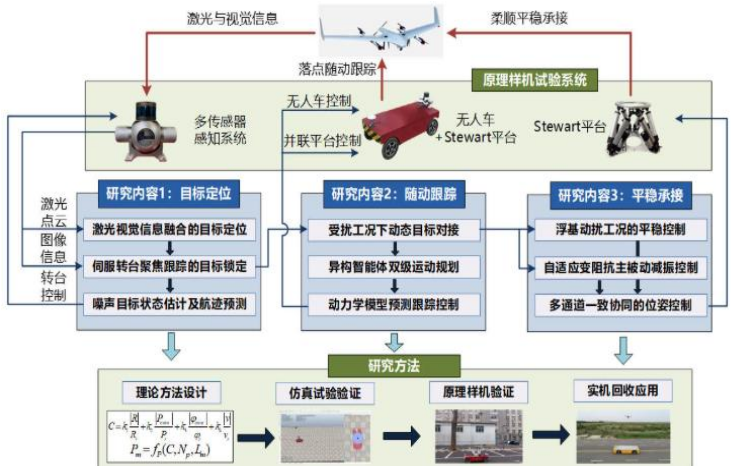
1.5 其他项目经历

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

其他项目及硕士课题

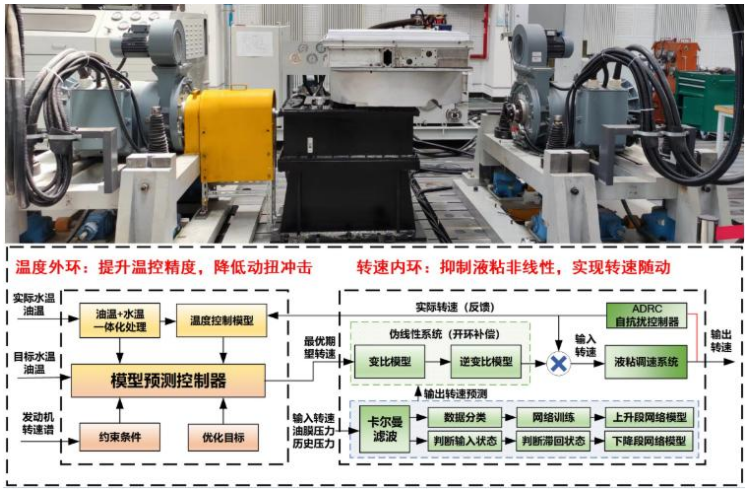
自硕士阶段起，共参与国家级、校企合作项目 **10** 余项，具备**机器人算法与传统控制**综合研究基础。

地面动态无人机回收关键方法 **(国自然面上项目)**



首次提出无人机移动回收新原理

液粘离合器调速系统控制 **(国防科工局基础研究)**



攻克国防动力传动关键难题

储能式液压型风电机组智能控制 (硕士阶段课题)



国内首创风力发电液压方案

PART 2

成果与竞赛荣誉

- 学术论文
- 专利与软著
- 学术交流与报告
- 科创竞赛
- 荣誉奖励

2.1 学术论文成果

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

累计发表学术论文 **26** 篇，其中以**第一/共同一作身份发表论文 10 篇**，包含**顶刊、顶会论文 8 篇。**

- ***L. Zhang,*** *W. Zhang, R. Bao, et al.* GMPPO: Guided Model Predictive Path Optimization for Mobile Robots in Obstacle-Constrained Environments, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2026. **(中科院1区TOP/新锐1区TOP)**
- ***L. Zhang,*** *Q. Cai, H. Yu, et al.* Scheduling Planning for Multirobot Vehicle Autonomous Transfer in High-Density Storage Yards, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2025. **(中科院1区TOP/新锐1区TOP)**
- ***L. Zhang,*** *Y. Xu, J. Si, et al.* Autonomous transfer robot system for commercial vehicles at ro-ro terminals, *Expert Systems with Applications*, 2025. **(中科院1区TOP/新锐1区TOP)**
- ***L. Zhang,*** *T. Zhang, Y. An, et al. 4WIDS-MAPF*: Multiagent Pathfinding for Four-Wheel Independent Drive/Steering Robots, *IEEE Internet of Things Journal*, 2025. **(中科院2区TOP/新锐1区TOP)**
- ***L. Zhang****, Y. An, T. Niu, et al. An* Enhanced Hybrid Metaheuristic for Hierarchical Scheduling in 4WIDS Multi-robot Systems under Confined Environments, *Control Engineering Practice*, 2025. **(中科院2区/新锐1区TOP)**
- ***L. Zhang,*** *Q. Cai, et al.* Dynamic Network Topology Analysis, Design, and Evaluation for Multi-Robot Vehicle Transfer in High-Density Storage Yards, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (2025 IROS). **(领域顶会)**
- *T. Zhang,* ***L. Zhang (Co-First),*** *Q. Cai , et al.* Continuous-Space Multi-Agent Path Finding via Enhanced Prioritized Search with Ackermann Kinematic Constraints, *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2026.**(中科院2区TOP/新锐1区TOP)**

2.2 专利与软著

申请发明专利 **21** 项，其中第一申请人 **7** 项，**授权发明及实用新型 4 项，登记软著 5 项。**

[1] 艾超, **张琳**, 等. 一种液压型风力发电高电压穿越控制方法（**发明专利授权**，CN113162114B）

[2] **张琳**, 汪首坤, 等. 一种复杂狭窄环境下多机器人系统协同综合调度方法（发明专利公开， 202410920299）

[3] 汪首坤, **张琳**, 等. 一种商品车转运AGV自主作业系统（发明专利公开，202311433764.5）

[4] 汪首坤, **张琳**, 等. 一种基于线激光雷达的商品车自动对接方法（发明专利公开，202311435195.8）

[5] 汪首坤, **张琳**, 等. 一种基于单线激光雷达的车轮定位精准检测方法（发明专利公开，2023114350052 ）

[6] 赵劲松, **张琳**, 等. 一种新型气动爬行机器人（**实用新型专利授权**，ZL202021689893.2）

[7] 王东城, **张琳**, 等. 一种高精度非接触式多点测厚仪（**实用新型专利授权**，ZL201920704623.5）

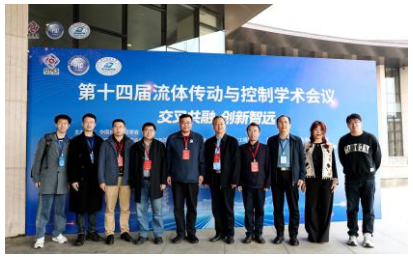
[8] 艾超，**张琳**，等. 大型水平轴风力机特性分析软件（**软件著作权登记**，2022SR0753621）

[9] 艾超，**张琳**，等. 液压型风力发电机组并网转速控制软件（**软件著作权登记**，2021SR1296331）

2.3 学术交流与报告

积极参与国内外**高水平学术会议、论坛与暑期学校**，与领域学者研讨前沿方向，并于 2025 年 IEEE/RSJ 智能机器人与系统国际会议开展成果报告宣讲。

















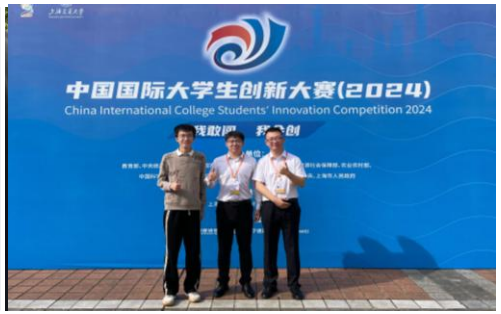


- 2023年国际机械工程新兴技术会议
- **2024北大数据与运筹智能研究生暑期学校**
- 第十四届流体传动与控制会议
- 2024年世界大学生创新论坛
- 2025年世界机器人大会
- **2025年IEEE/RSJ 智能机器人与系统国际会议**
- 亚洲控制协会无人系统专委会成立大会
- 第五届全驱系统理论与应用会议
- 第八届北京高校人工智能学术论坛
- ……

2.4 科创竞赛

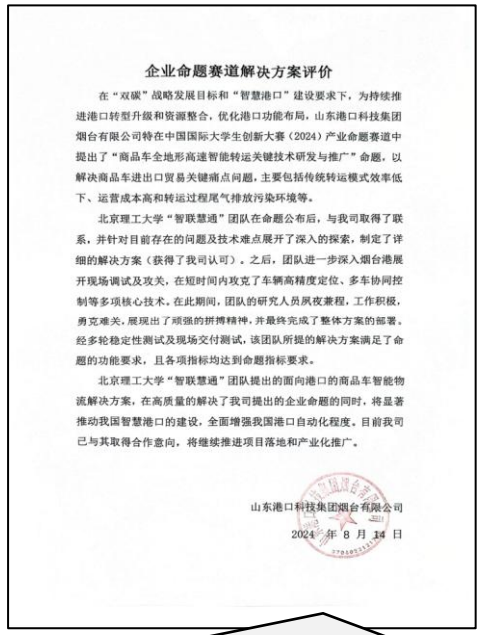
作为负责人带队参加高水平赛事，多次深入企业调研并迭代方案，最终实现命题需求并获得企业认可，获**2024年中国国际大学生创新大赛产业赛道金奖（北京市仅2项）**。











企业命题赛道解决方案评价

在“双碳”战略发展目标和“智慧港口”建设要求下，为持续推进港口转型升级和资源整合，优化港口功能布局，山东港口科技集团烟台有限公司特在中国国际大学生创新大赛（2024）产业命题赛道中提出了“商品车全地形高速智能转运关键技术研发与推广”命题，以解决商品车进出口贸易关键痛点问题，主要包括传统转运模式效率低下、运营成本高和转运过程尾气排放污染环境等。

北京理工大学“智联慧通”团队在命题公布后，与我司取得了联系，并针对目前存在的问题及技术难点展开了深入的探索，制定了详细的解决方案（获得了我司认可）。之后，团队进一步深入烟台港展开现场调试及攻关，在短时间内攻克了车辆高精度定位、多车协同控制等多项核心技术。在此期间，团队的研究人员夙夜兼程，工作积极，勇克难关，展现出了顽强的拼搏精神，并最终完成了整体方案的部署。经多轮稳定性测试及现场交付测试，该团队所提的解决方案满足了命题的功能要求，且各项指标均达到命题指标要求。

北京理工大学“智联慧通”团队提出的面向港口的商品车智能物流解决方案，在高质量的解决了我司提出的企业命题的同时，将显著推动我国智慧港口的建设，全面增强我国港口自动化程度。目前我司已与其取得合作意向，将继续推进项目落地和产业化推广。

山东港口科技集团烟台有限公司

2024 年 8 月 14 日



中国国际大学生创新大赛(2024)

获奖证书

张琳、安奕辰、包润蛟、袁浩宇、许永康、牛天伟、何丝露、刘志、赵凯岩、田曼、曹津、司金戈、陈雨菲、王亮、伍廷瑄同学：

你们的作品《商品车全地形高速智能转运关键技术研发与推广》，在中国国际大学生创新大赛（2024）中荣获

金奖

指导教师：汪首坤、王军政、于灏、史大威、车辉泉、马宝龙

特发此证，以资鼓励。

主办单位：教育部、中央统战部、中央网信办、国家发展改革委、工业和信息化部、人力资源社会保障部、农业农村部、中国科学院、中国工程院、国家知识产权局、国家乡村振兴局、共青团中央、上海市人民政府

承办单位：上海交通大学、上海市闵行区人民政府

中国国际大学生创新大赛组委会

二〇二四年十月

证书编号：202400002C

解决方案评价：

在高质量解决我司提出的命题的同时，显著提高港口作业效率，全面增强港口自动化程度。

2.4 科创竞赛

带领团队荣获**北京理工大学青年团队榜样**，并累计**获得国家级、省部级奖项50余项**，涵盖机器人大赛、节能减排、智能制造等多个前沿领域。

- 2024中国国际大学生创新大赛，**国家级金奖**
- 首届全国大学生机器人科技创新交流营大赛，**国家级特等奖**
- 2025年全国人工智能应用场景创新挑战赛，**国家级特等奖**
- 第八届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛，**国家级铜奖**
- “挑战杯” 大学生竞赛“黑科技”专项赛，**“行星”级作品**
- 中国银行·TRIZ杯第九届中国大学生创新方法大赛，**国家级二等奖**



赛事促转化，实践助成长



2.5 荣誉奖励

担任**支部组织委员、班级团支书**，推进“党团班一体化”建设，打破身份壁垒，通过“党建+团建+班建”凝聚集体力量，形成了“敢闯敢拼、团结担当”的团队精神。



支部共建



党团共建



党团共学



党建座谈



党建科创



党建公益

年度	荣誉称号
2025-2026学年	**第十五届“青春北理”年度榜样人物**
2025-2026学年	**北京理工大学优秀团干部**
2025-2026学年	**北京理工大学“四强”党支部(组织委员)**
2024-2025学年	**博士研究生国家奖学金**
2024-2025学年	**北京理工大学十佳班集体(团支书、答辩)**
2024-2025学年	**北京理工大学优秀学生**
⋮	⋮



PART 3

自我评价与规划

- 自我评价
- 职业规划

3.1 自我评价

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

综合能力与个人优势

1. **算法研发** 熟悉机器人规控和多机器人协同方法，具备强化学习的应用经验。
2. **开发仿真** 掌握C++等基础语言，熟悉GAZEBO、Isaac Lab等平台。
3. **工程落地** 具备机器人系统集成、真机部署与现场调试经验。
4. **项目管理** 拥有技术方案论证、任务协调、项目申报与成果凝练等经验。



个人优势

1. **热爱机器人研发**，具备机械与控制交叉背景，可独立完成软硬件系统搭建与集成。
2. **ESTJ 性格**，务实高效、结果导向，擅长任务拆解、团队组织与多方协调。
3. **热爱健身与山野徒步**，性格开朗，具备较强的抗压能力与韧性。



北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

面向自动驾驶与机器人的物理AI场景应用

以真实物理场景为牵引，融合规划控制与 AI，实现算法从仿真到自动驾驶与实体机器人的落地闭环。

01 入职初期

快速融入

ACQUIRE

迁移经验、理解业务

- 熟悉业务场景与研发流程
- 对齐技术需求与协作方式
- 拓展专业能力并承担任务

02 入职第1年

独立负责

BUILD

独立承担核心算法研发

- 负责决策规划模块研发
- 融合AI方法优化升级算法
- 推动仿真与实机验证

03 入职2-3年

场景突破

CONTRIBUTE

推动新技术落地

- 攻坚真实场景边界问题
- 构建数据与策略迭代闭环
- 落地方案，输出业务价值

04 入职4-5年

技术引领

DRIVE

拓展业务、带动团队

- 布局物理 AI 前沿技术
- 拓展新场景与业务机会
- 沉淀方法，赋能团队成长

长期愿景：推动物理 AI 在自动驾驶与机器人场景中落地应用，并实现规模化部署。

➢ 2027届校园招聘面试自我介绍

北京理工大學
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

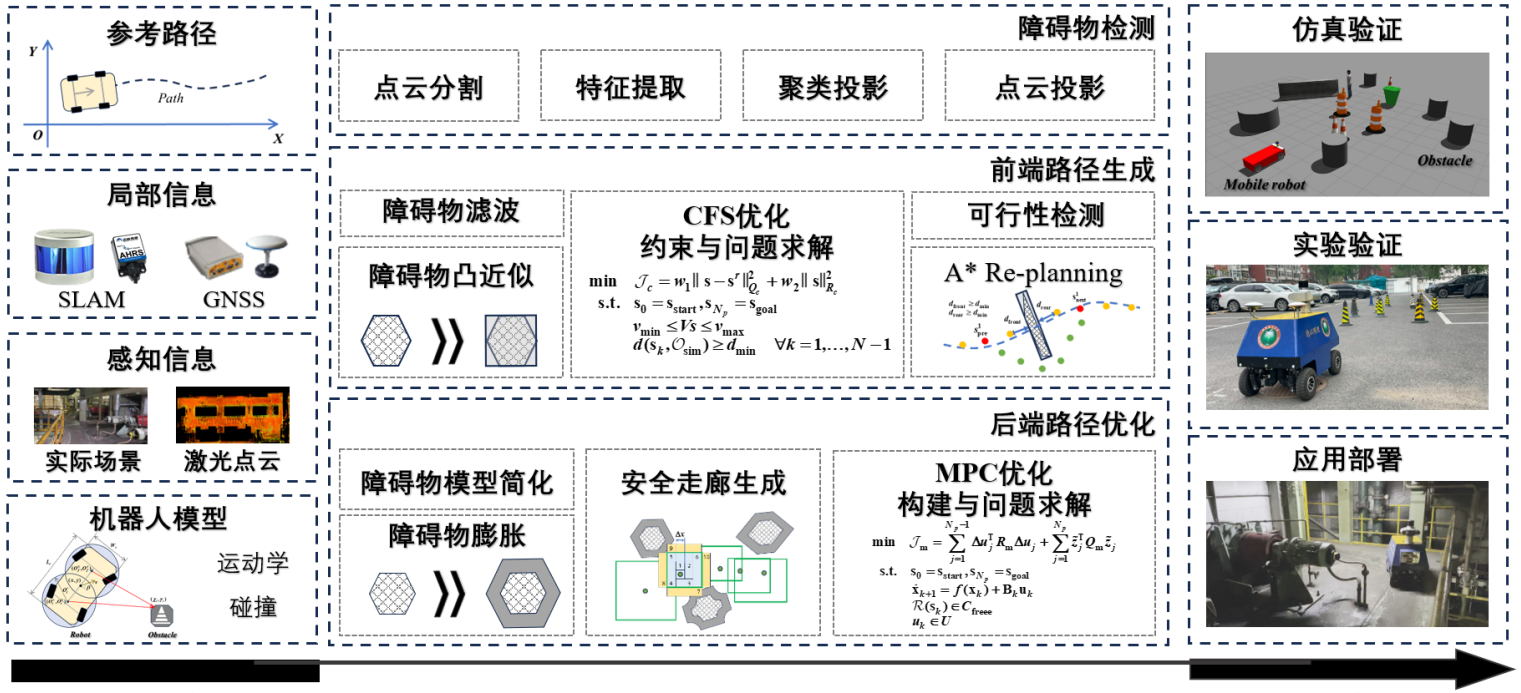
- ✓ **学术论文：** 发表论文**26**篇，以第一作者身份发表论文**10**篇（含**8**篇顶刊/顶会论文）
- ✓ **发明专利：** 申报发明专利**21**项，以第一作者身份公开专利**7**项
- ✓ **科研项目：** 主持研究生科创提升重点项目**1**项，参与科研项目**10余**项
- ✓ **学科竞赛：** 带领团队获中国国际大学生创新大赛**金奖**等国家级、省部级奖项**50**余项
- ✓ **荣誉称号：** 获**国家奖学金2次**、第十五届“青春北理”年度榜样人物等荣誉

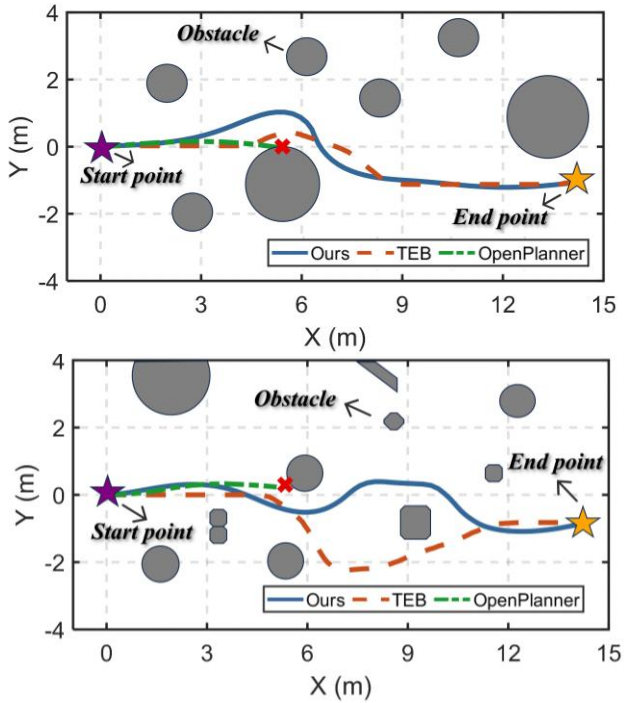
应聘人：张琳

初心如磐，笃行致远 | 敬请老师指正！

引导式模型预测路径优化方法

面向复杂受限作业环境下移动机器人安全导航与轨迹优化难题，**提出融合增强凸可行集-动态安全走廊的模型预测优化方法**，实现机器人平滑无碰撞、满足运动学约束的高精度自主导航。





研究成果以第一作者发表于 *IEEE Transactions on Industrial Electronics*

北京理工大學
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

多车云端调度系统实施方案
—烟台港多车调度

汇报人：张琳

北京理工大学智能感知与运动控制研究所

北京理工大学
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

目录

CONTENTS

1 研究背景

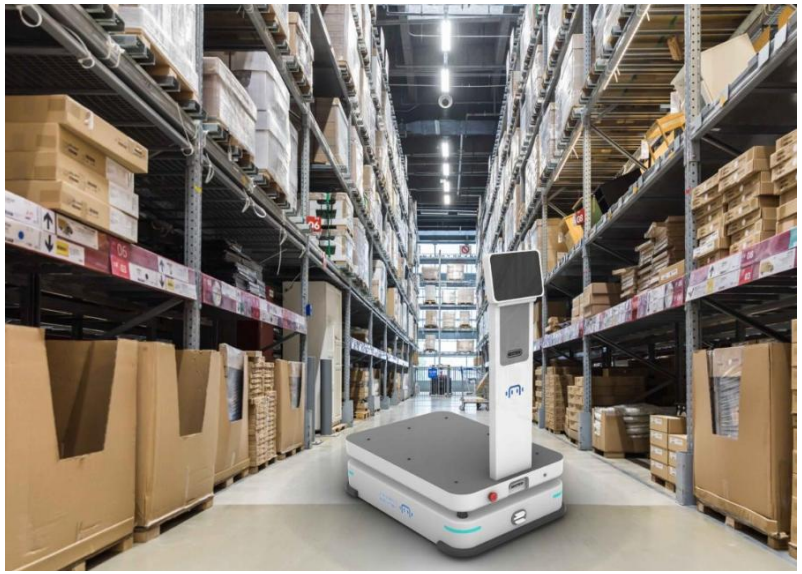
2 技术方案

3 仿真验证

4 工程实现

研究背景

商品车转运不同于仓储物流或集装箱转运等固定作业场景。传统物流依赖固定的上下车点，且内部环境相对稳定，而商品车物流通常在空旷区域进行，既**无固定上下车点**，每辆**待转运车辆又构成动态障碍物**。此外，商品车**体积大、货值高、转运周期紧迫**，使其转运过程更具挑战性。



仓储物流



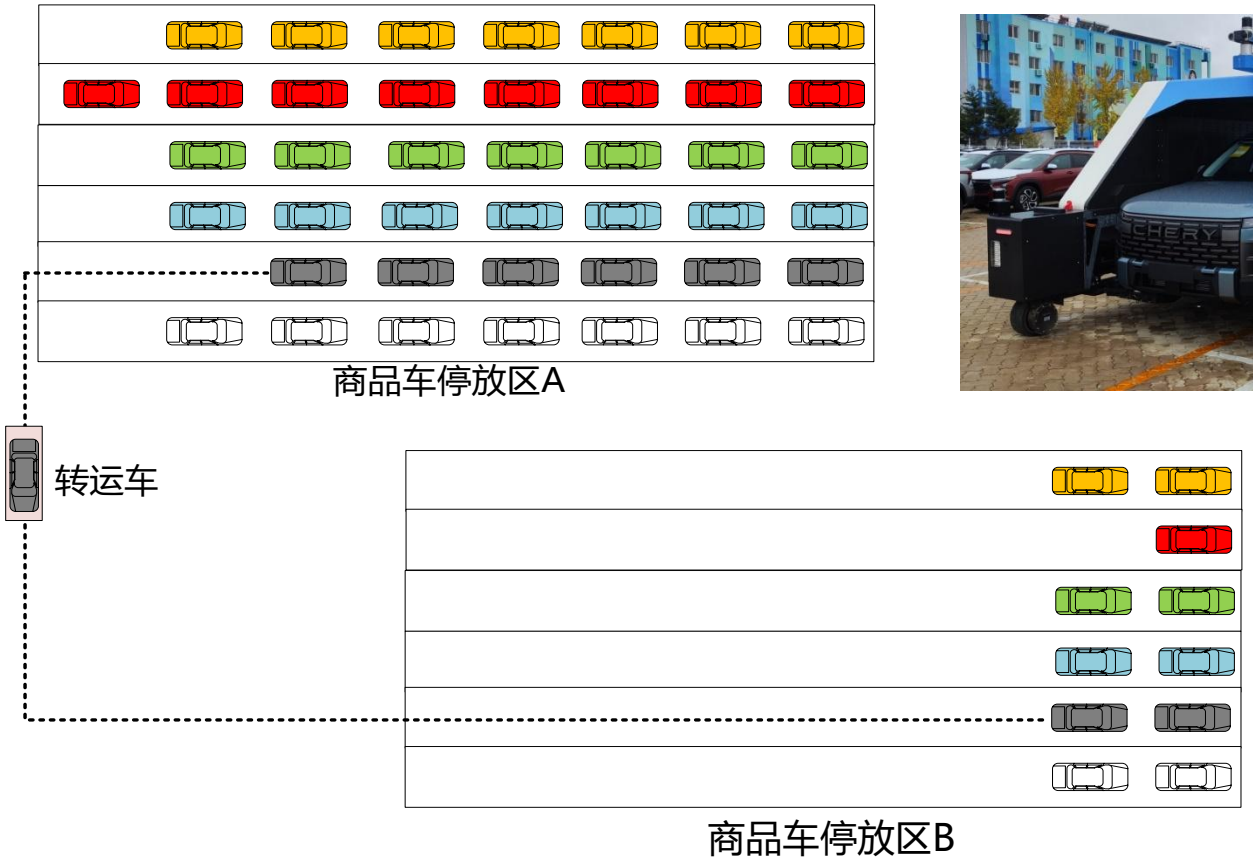
集装箱装运



商品车转运

研究背景

高密度堆场车辆转运需将车辆从一个堆场调运至另一个堆场，通常采用单侧进出模式，即从堆场一侧驶入，取车后退出并**沿道路转运**，同时**实际场景中还需要隔行取车。**

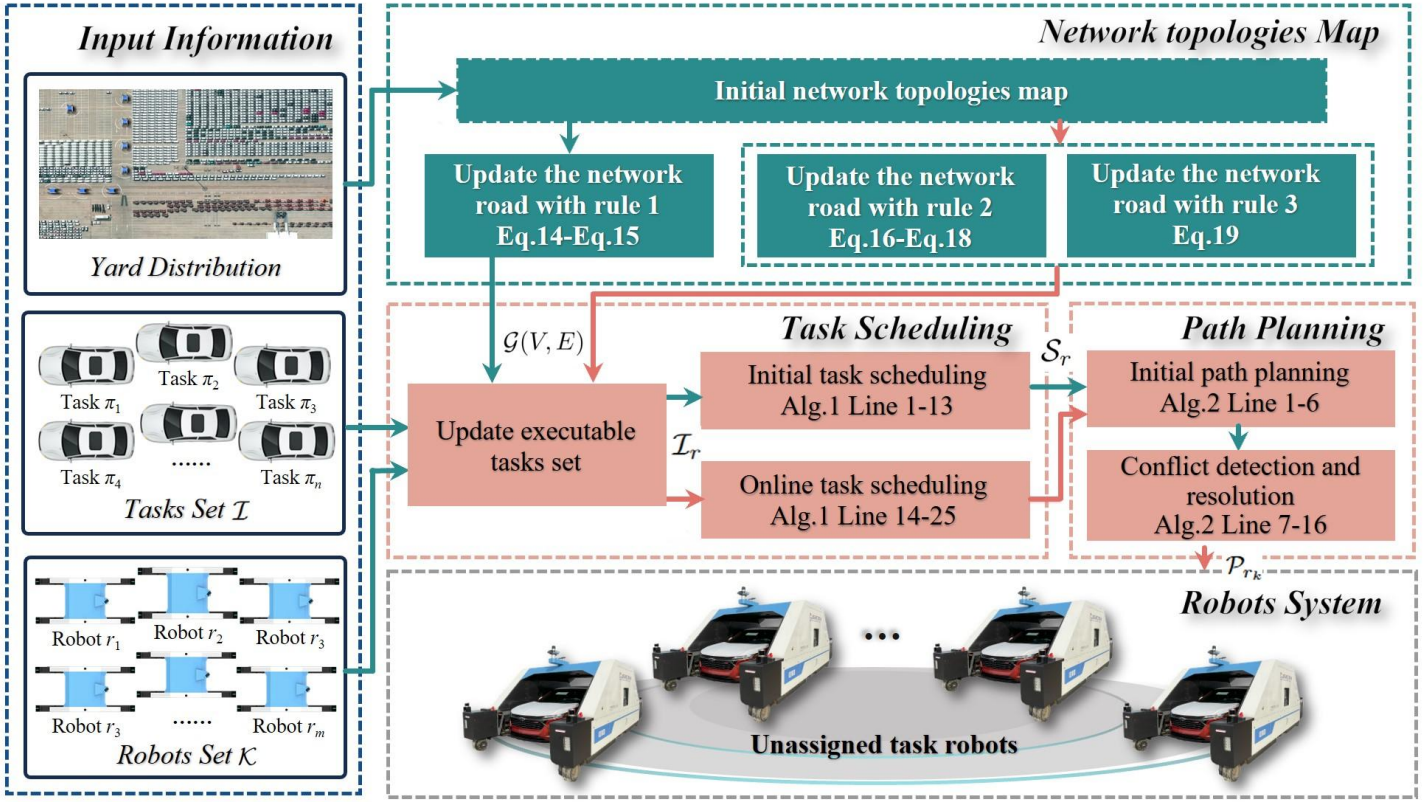






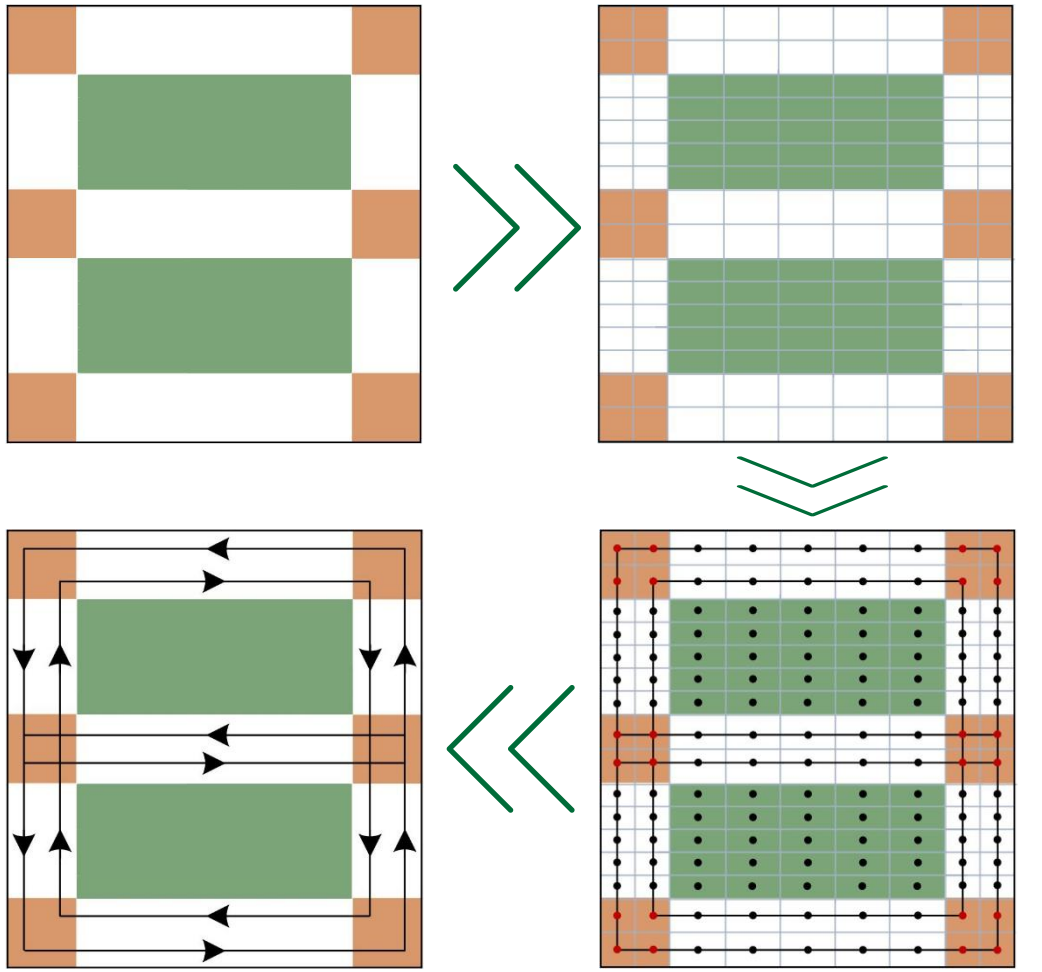


烟台港多车调度规划技术路线可分为**路网构建与更新、任务调度、路径规划和自适应冲突检测消解模**四部分。

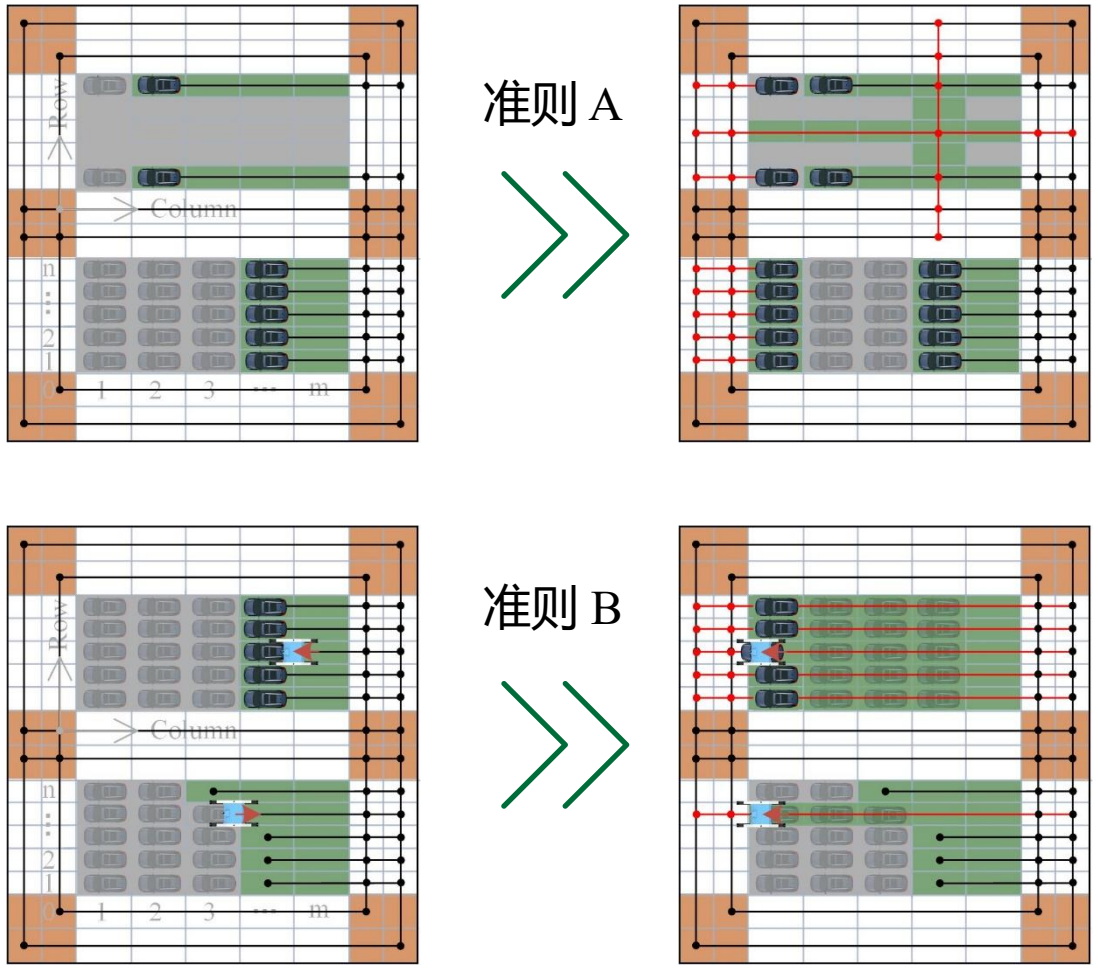


整体技术路线图

技术方案-路网构建及更新



路网构建



路网更新

技术方案-任务调度

取车时考虑距离和潜在冲突的在线任务分配方法，通过将**堆场隔行任务**加入待执行任务集中，并在机器人完成上一个任务后，**根据待执行任务集合中的最小代价进行任务选择，无任务时原地等待。**放车时指定目标堆场后，根据堆场内的车辆停放自行安排停放位置。

距离代价：$L_{\max}=\max\left(L_i\right),i=1,2,3\cdots n \quad L_{i,norm}=\dfrac{L_i}{L_{\max}}$

冲突代价：$C_{\max}=\max\left(C_i\right),i=1,2,3\cdots n \quad C_{i,norm}=\dfrac{C_i}{C_{\max}}$

转向代价：$T_{\max}=\max\left(T_i\right),i=1,2,3\cdots n \quad T_{i,norm}=\dfrac{T_i}{T_{\max}}$

总代价：$\mathrm{Cos}\,t_i=w_1*L_{i,norm}+w_2*C_{i,norm}+\omega_3*T_{i,norm}$

分配代价：

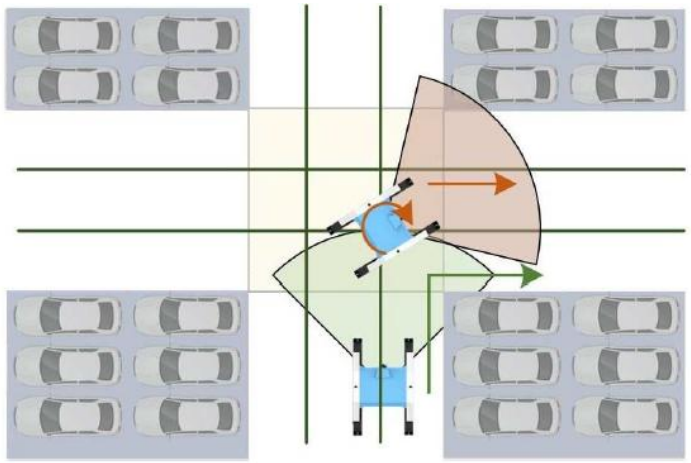
- 距离代价+冲突代价+转向代价

分配阶段：

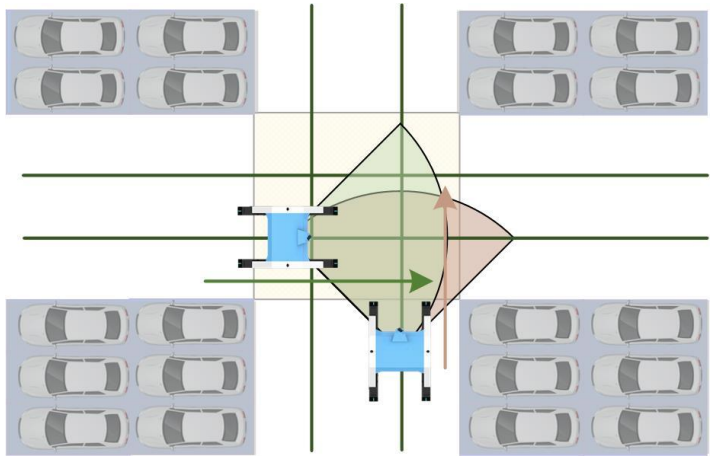
- 初始分配：部分遍历，次优方案
- 在线分配：全部遍历，最优方案

技术方案-路径规划

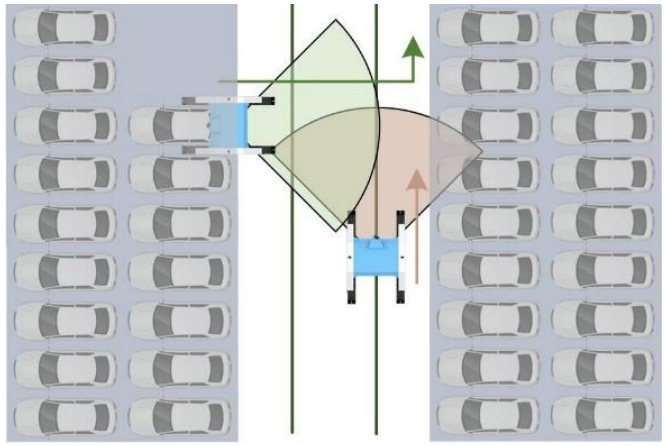
考虑转向代价的**增强型时空 A* 算法**，同时基于时间窗口预测机器人在当前状态下未来 n 步时的潜在冲突情况，若检测到冲突风险，则对相关机器人施加等待约束来避免冲突。



十字路口追踪冲突检测



十字路口交叉冲突检测

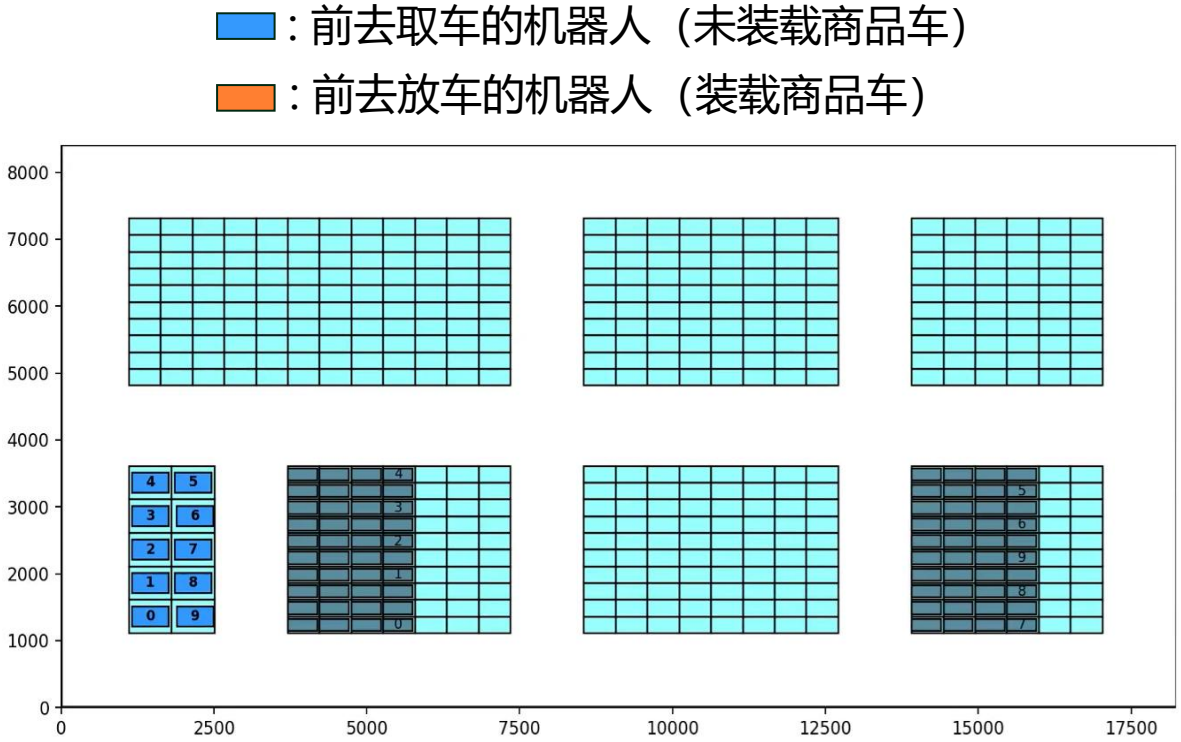


堆场出路口交叉冲突检测

我们基于 Python 进行仿真模拟，并在不同场景下评估**转运成本（完成所有任务的总行驶距离）**与**效率（完成所有任务所需时间）**。

仿真参数设定：

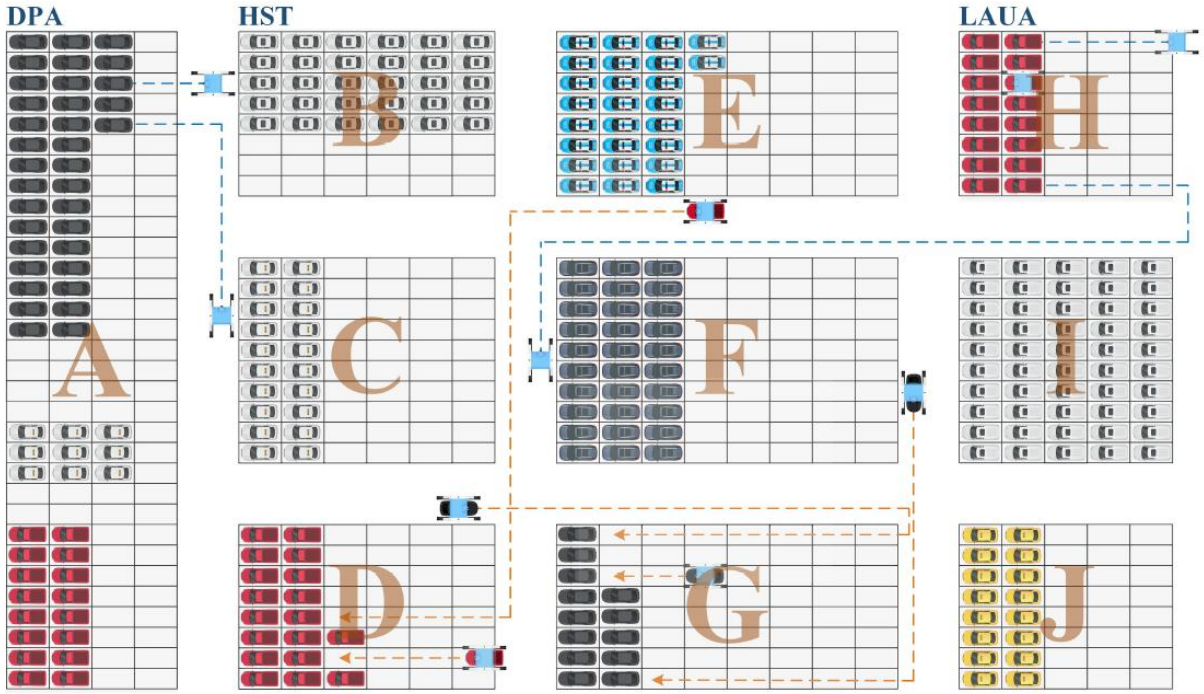
- 道路行驶速度为 5 m/s；
- 堆场内部行驶速度为 2.5 m/s；
- 取车时间为 10 s；
- 放车时间为 5 s；
- 模态切换时间为 2 s；
- 自转时间为 3 s；



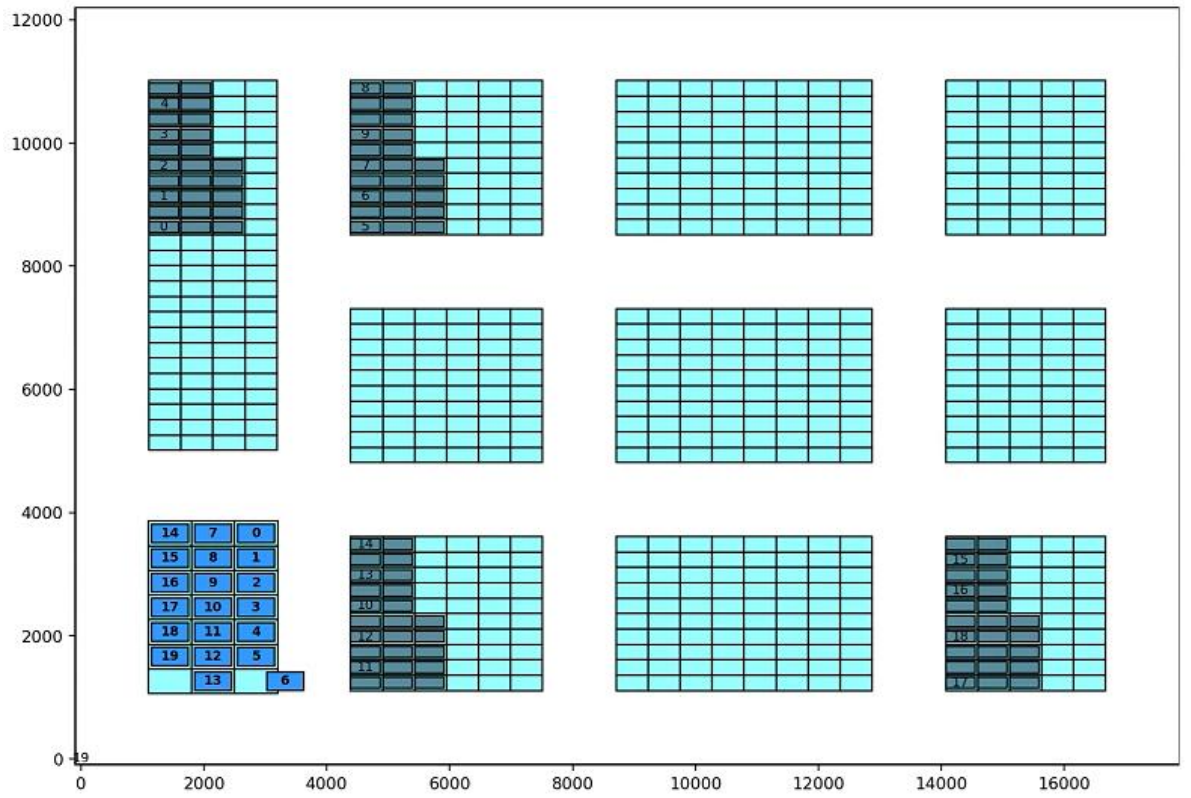
10辆机器人转运80个任务（10-80）
常规模式（5655.80 m, 2707.06 s)

北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

- **隔行取车、任务机器人与任务堆场绑定**

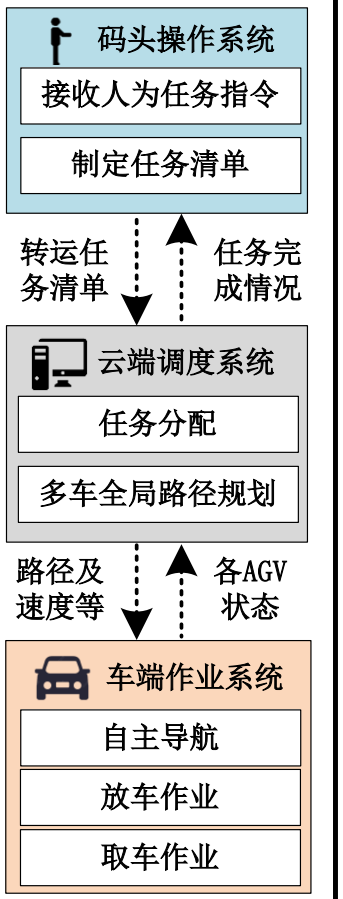


- 每个堆场5个机器人转运25个任务：
- 大规模场景：A→H、B→G、D→E，J→C

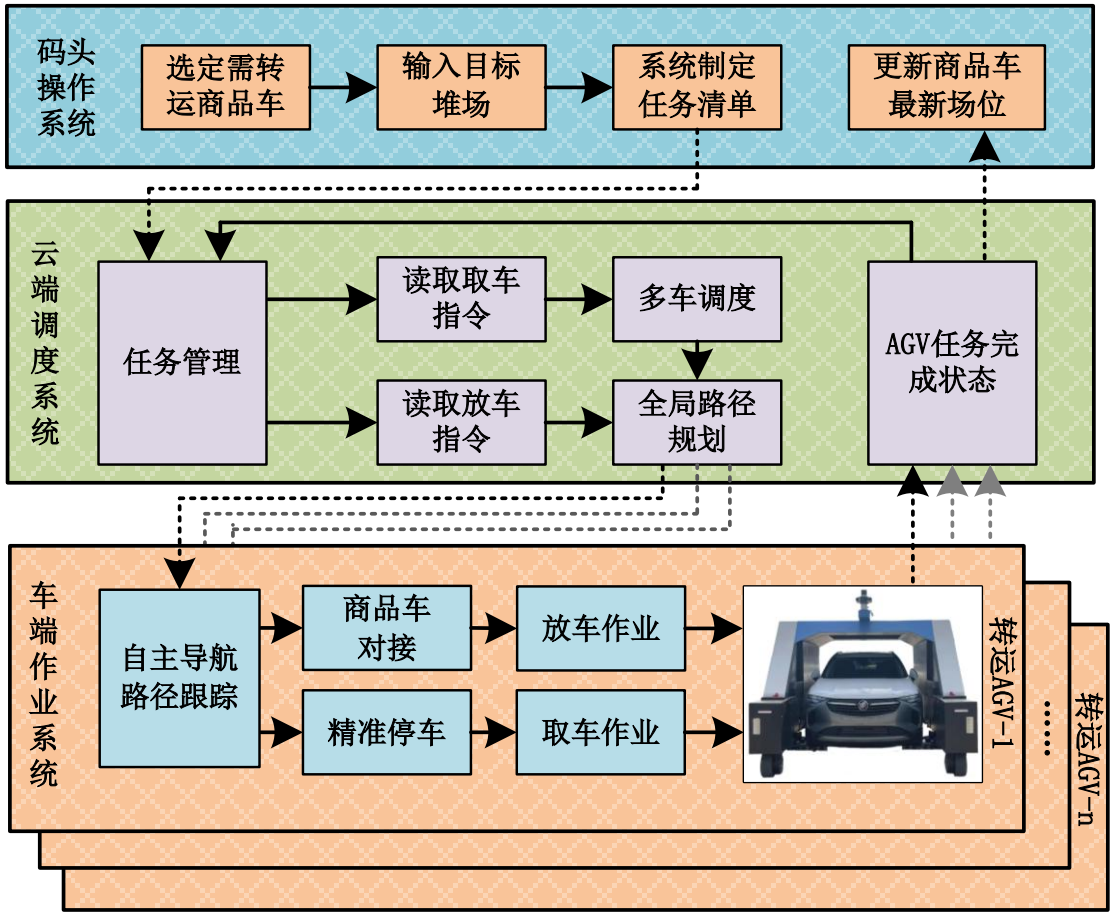


大规模场景下“跨”车穿行隔行取车

信息传输



全流程智能转运方案流程



人机交互界面

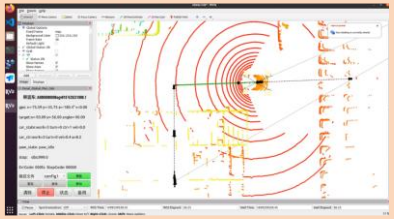
码头操作系统界面



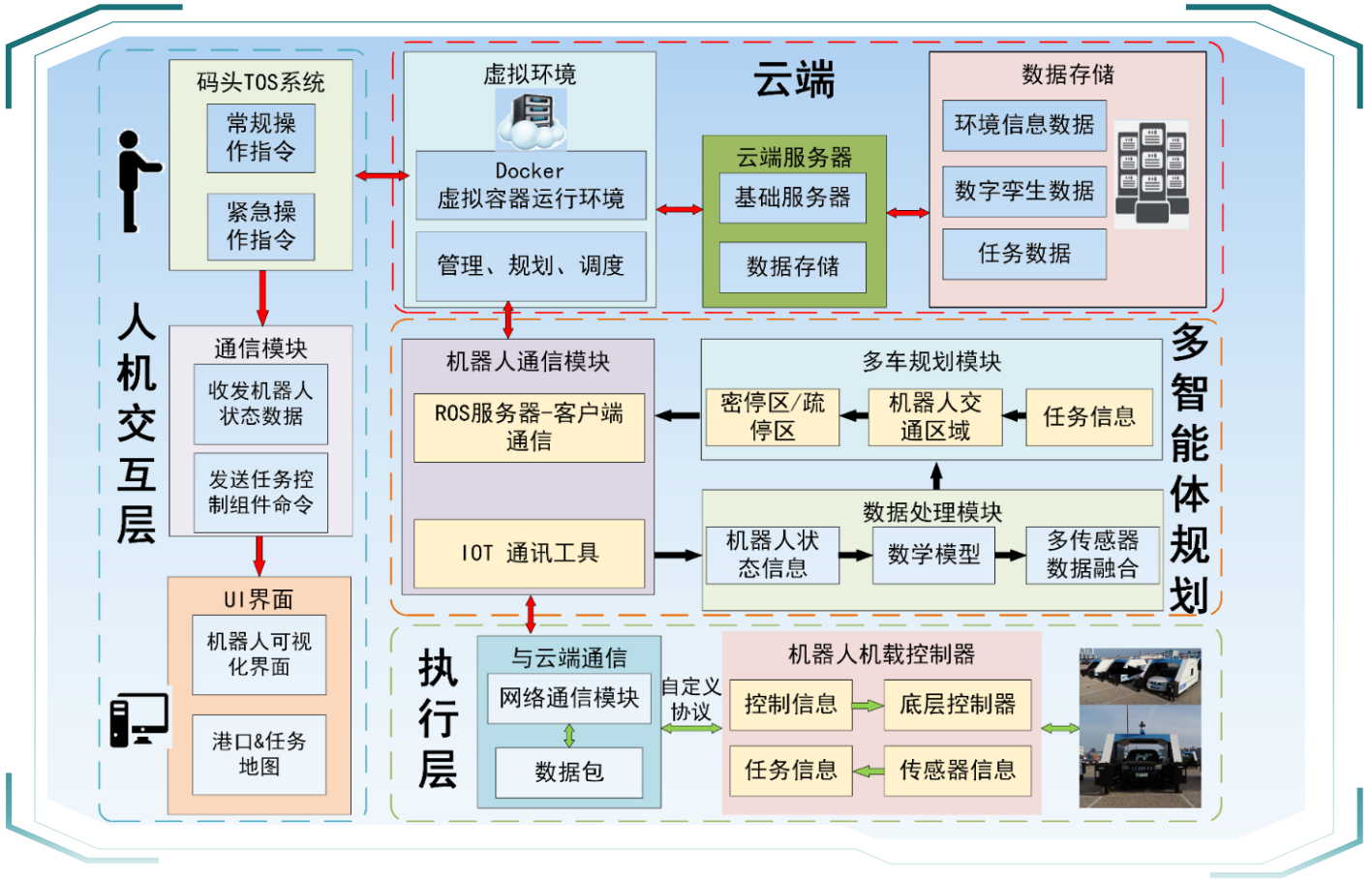
云端调度系统界面

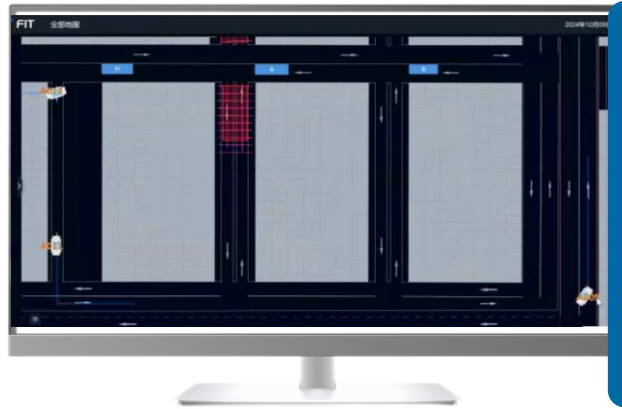


车端作业系统界面

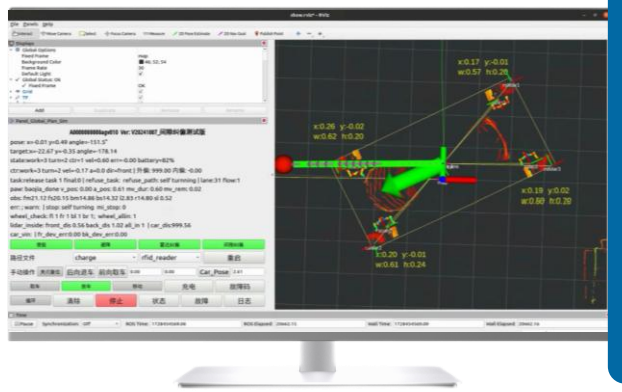


车云一体化软件架构





云端调度系统



车端作业系统

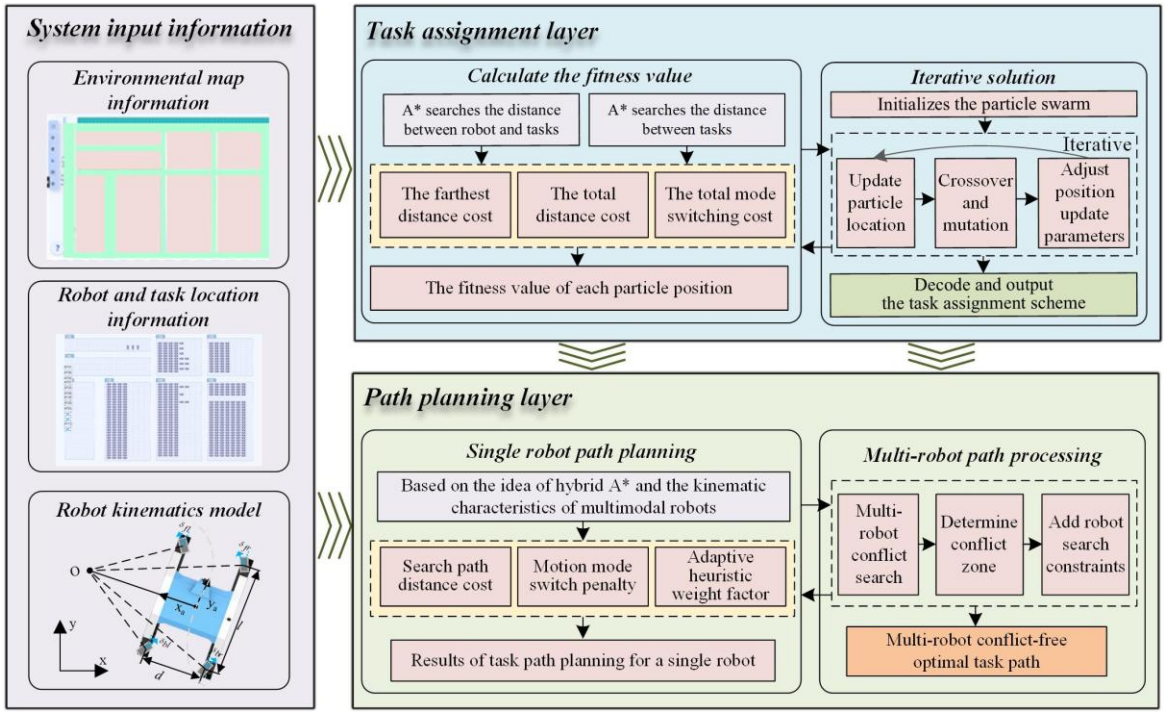

商品车智能转运机器人协同系统

德以明理　　学以精工

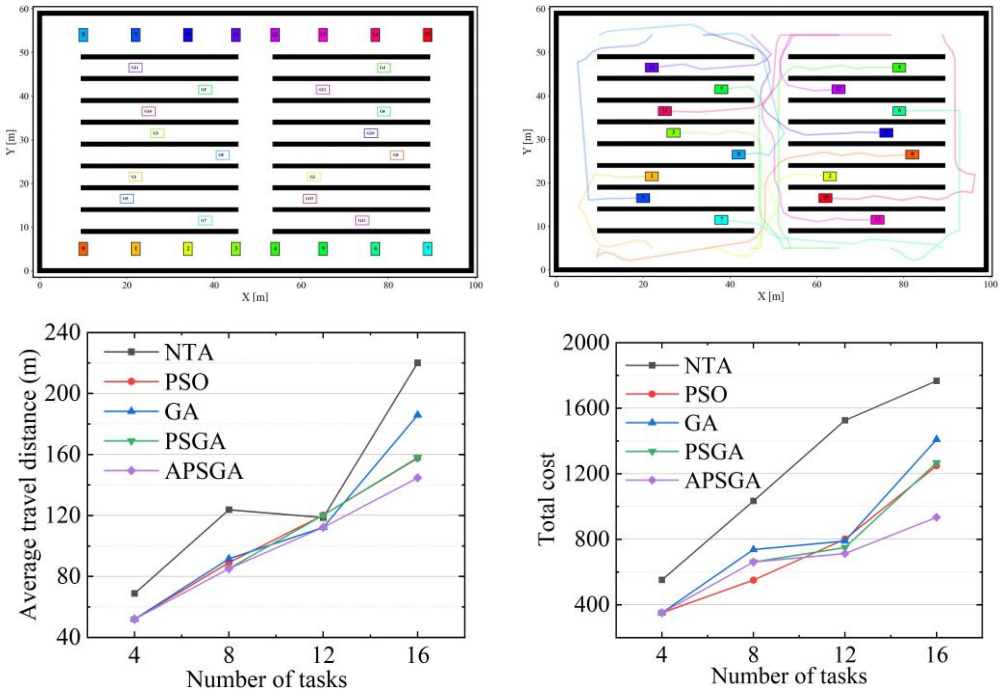


多机器人任务调度方面

面向受限环境下多台 4-WIDS 机器人任务分配-路径规划耦合难题，**提出融合元启发式优化与运动学约束冲突搜索的层级调度方法**，实现多机器人任务-路径协同一体化优化求解。



整体方法框图

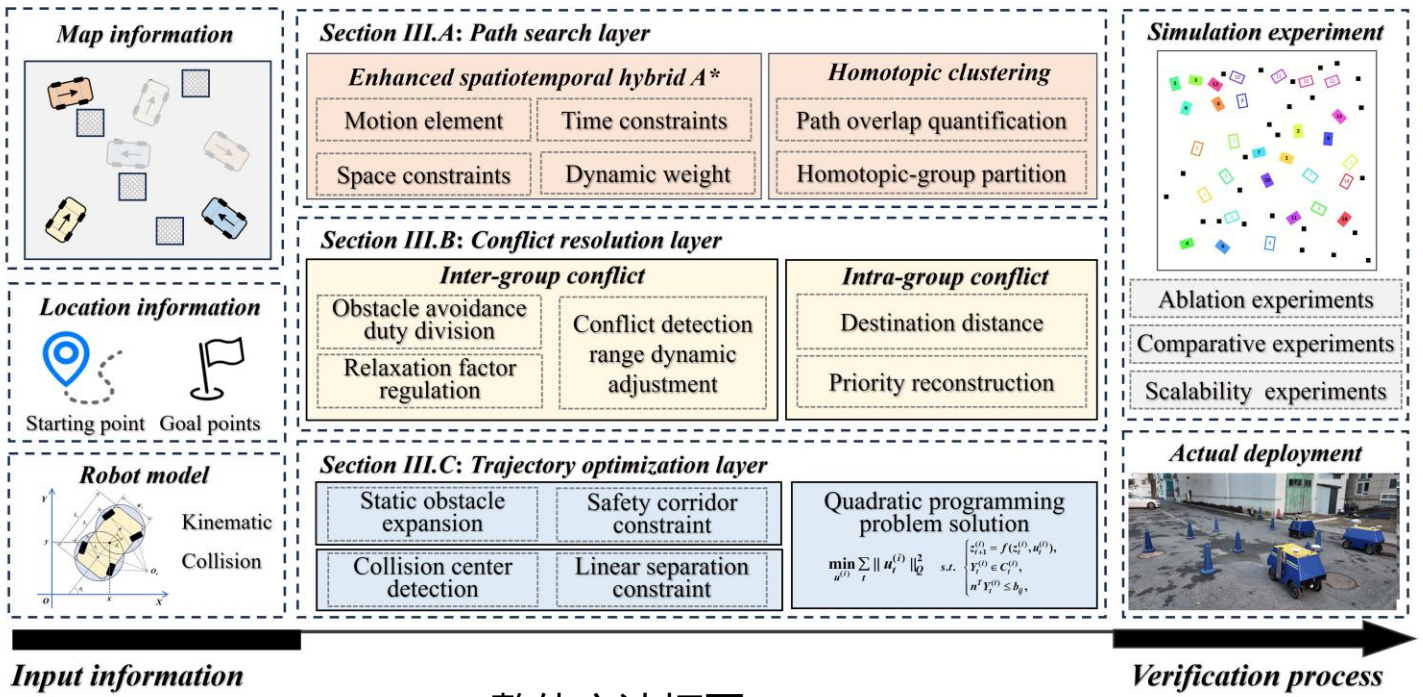


实验结果

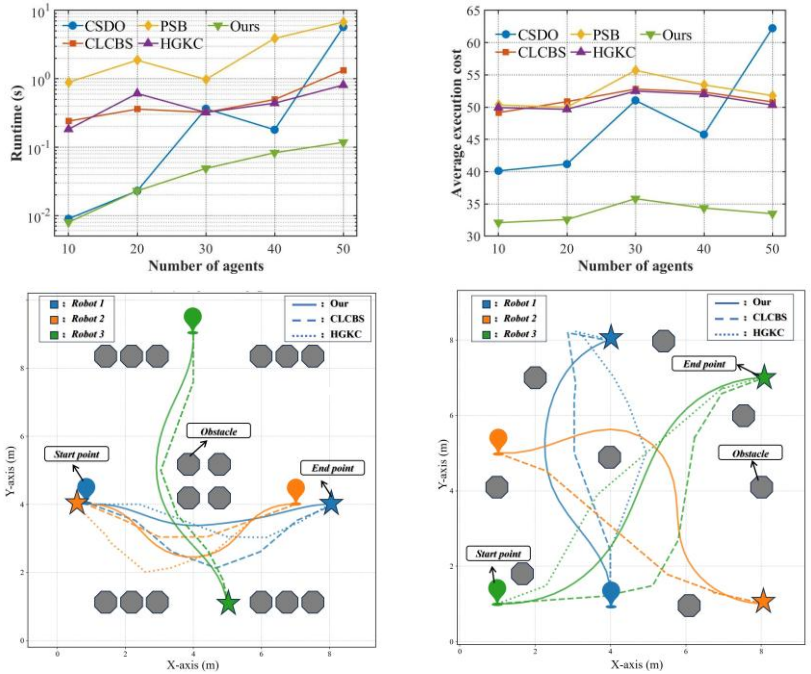
研究成果以第一作者发表于 *Control Engineering Practice*

多机器人路径规划方面

面向复杂环境多机器人路径规划中运动约束、冲突协调与计算效率难以平衡的难题，**提出融合增强优先级搜索与运动学约束的连续空间 MAPF 方法**，实现多机器人高效协同轨迹规划。



整体方法框图



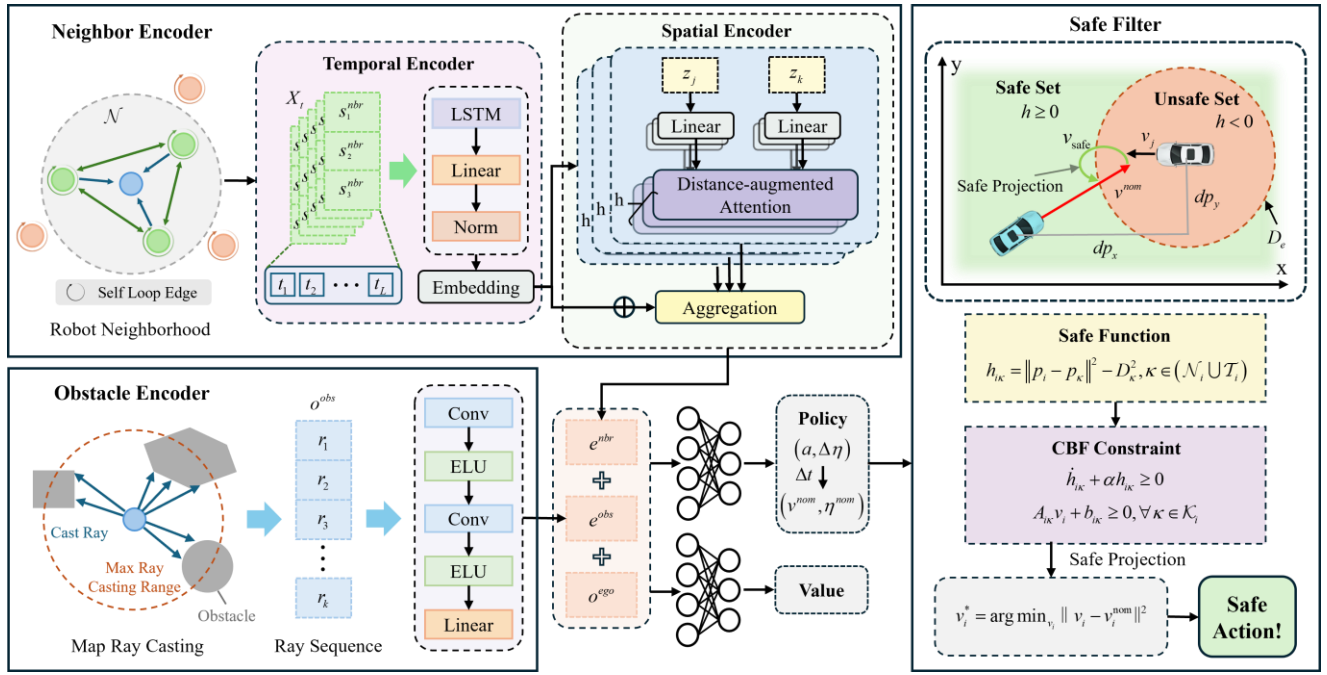
实验结果

研究成果以共同一作发表于 *IEEE Robotics and Automation Letters*，申报发明专利 1 项

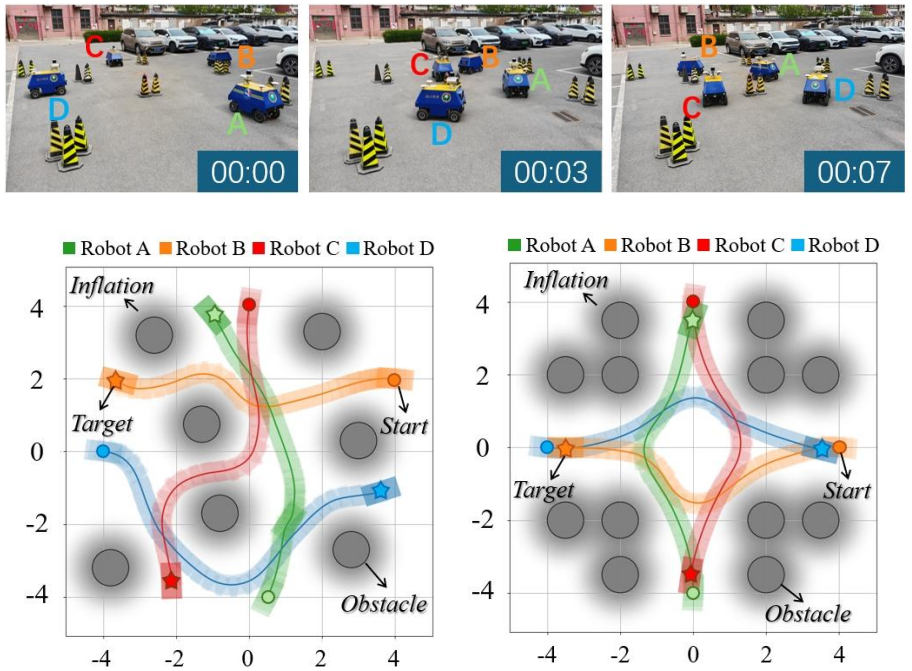
北京理工大学 BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

强化学习在机器人规划方面应用

面向局部感知条件下多机器人协同导航与安全约束问题，**提出融合时空图注意力网络-控制屏障函数的安全强化学习规划方法**，实现复杂环境多机器人安全高效协同运行。



整体方法框图



实验结果

研究成果以通讯作者投稿于 *Control Engineering Practice*