

中南大学EK战队四足机器人技术 介绍（2025.1-2026.3）

团队成员：王煜 周星宇 毛胤辉

核心竞争力

可落地性高

该项目依托中南大学工程训练创新中心，核心成员均来自参加大学生机器人RoboCon竞赛的中南大学EK机器人队，**已做出实物样机**并在实验室测试验证初步功能。

技术自主创新性强

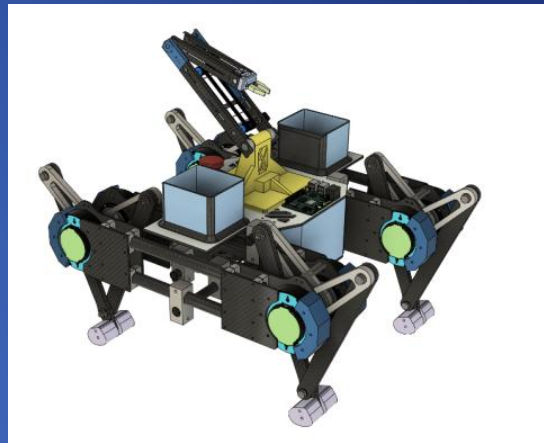
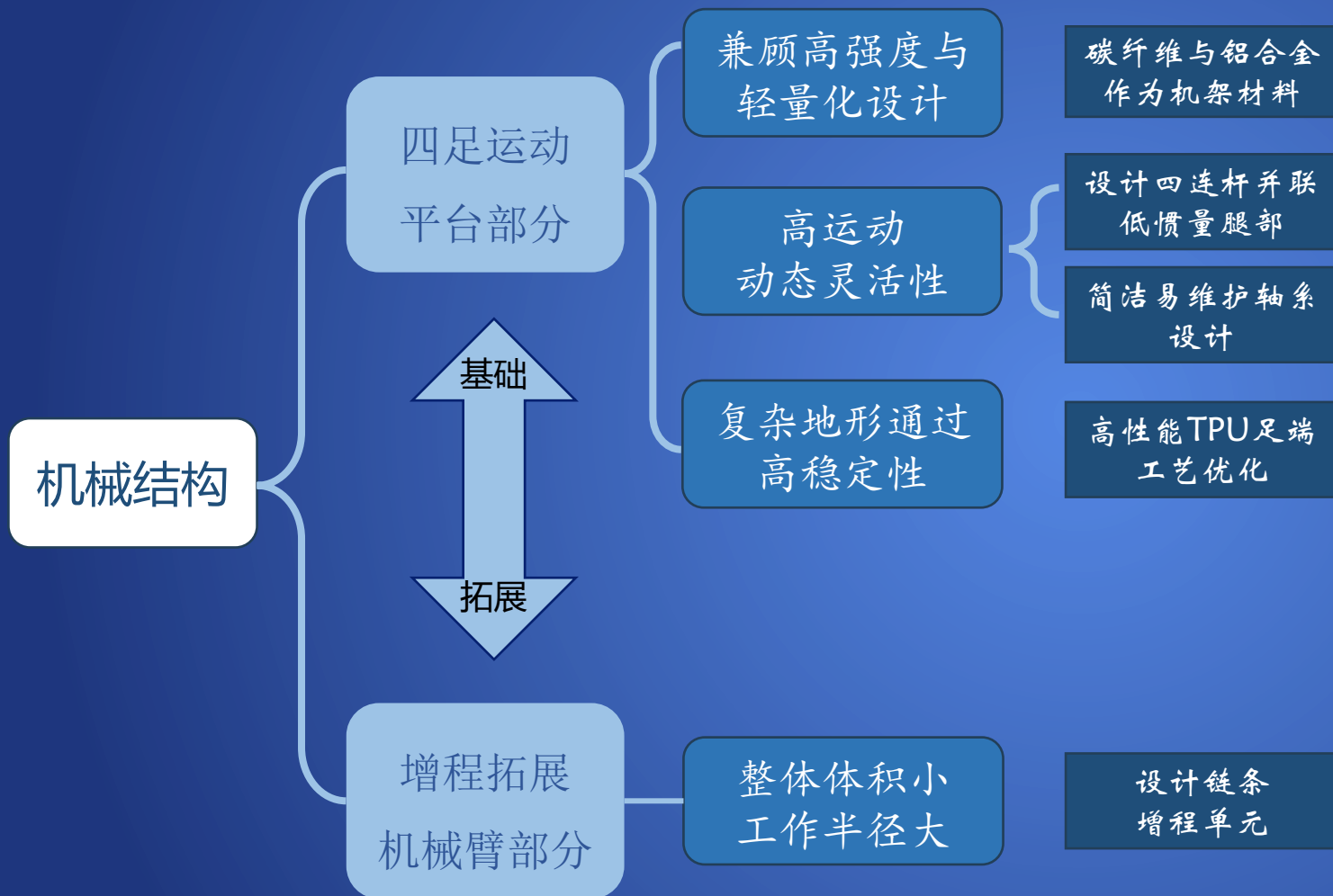
本项目机器狗设计制造全部流程均由团队成员**自主完成**，独立研发了动态雅可比补偿虚拟力控算法增强运动灵活性，开发行业前沿的PNLC-SLAM算法实现精确导航，改进A*-DWA算法做到高速动态避障。

性价比高

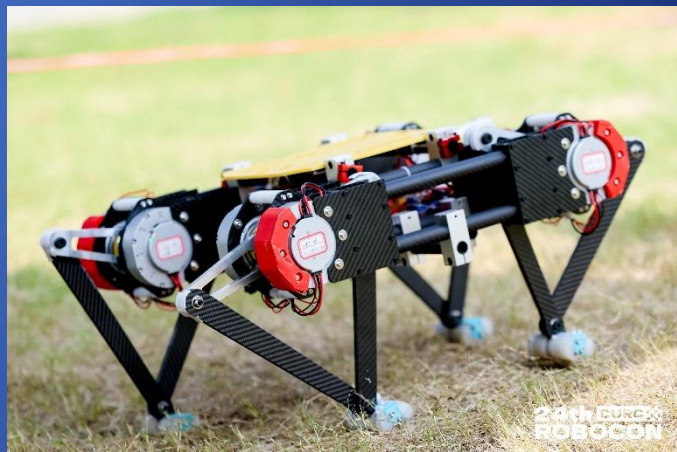
因产品选材、设计装配全部流程均为**有成本控制经验**的成员自主完成，相较于同类型无人末端配送产品，本产品成本仅为京东无人车的八分之一，而在复杂环境中的执行能力更优。

产品介绍

项目概要 | 市场分析 | 产品介绍 | 项目成果 | 未来计划



零号机器狗示意图

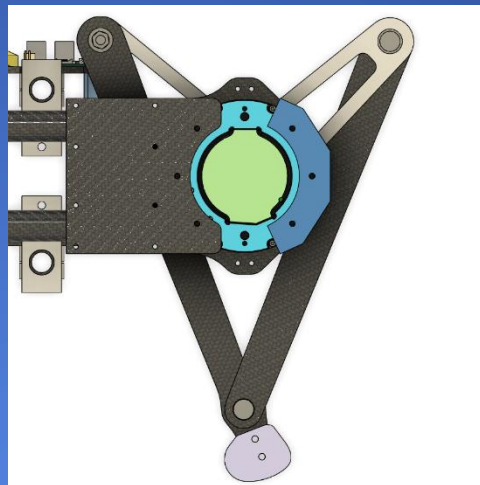


机器狗实物 (ROBOCON越野赛)

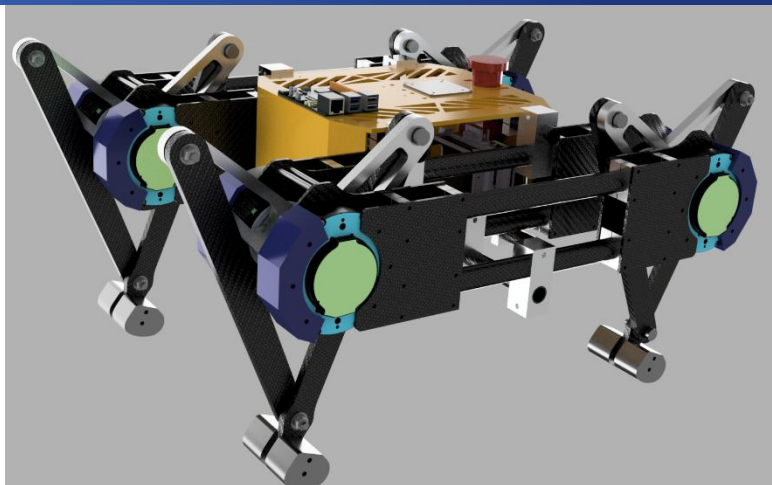
机械结构

第一代四足机器人：

第一代样机采用**碳纤维管与6061铝合金复合的机架设计**，在保证结构强度的同时实现极致轻量化。腿部创新性地采用了**并联四连杆**结构。相较于传统串联腿，并联结构具有更高的刚度和更低的运动惯量，能有效抑制运动形变，提升动态响应速度与能量效率。此设计使机器狗实现了零半径转弯与10cm高台阶的稳定攀爬。足端采用**自研的3D打印开模硅胶材质**，替代初版的TPU材料，显著增强了在湿滑、不平整路面上的抓地力与缓冲性能。



并联四连杆腿部设计



机器狗整体CAD



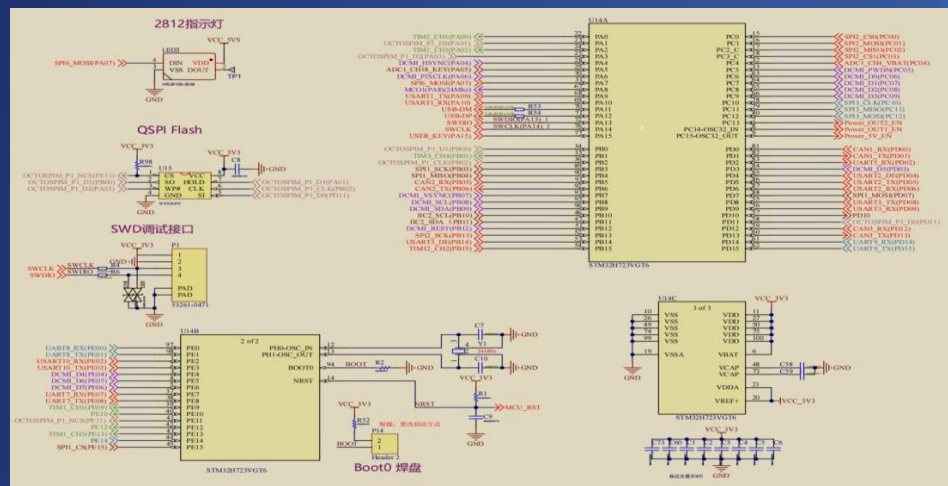
3D打印模具及硅胶足端



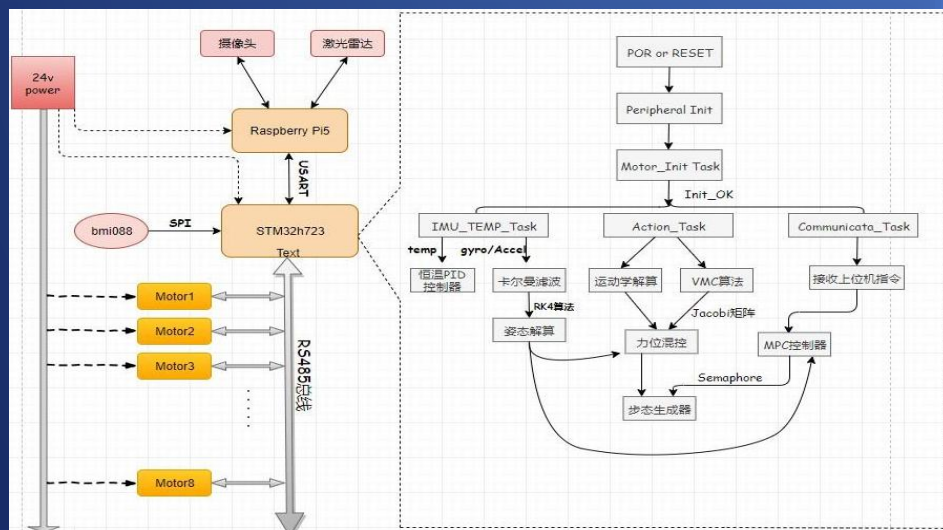
碳-铝复合机架设计

硬件架构

STM32H723控制核心原理图

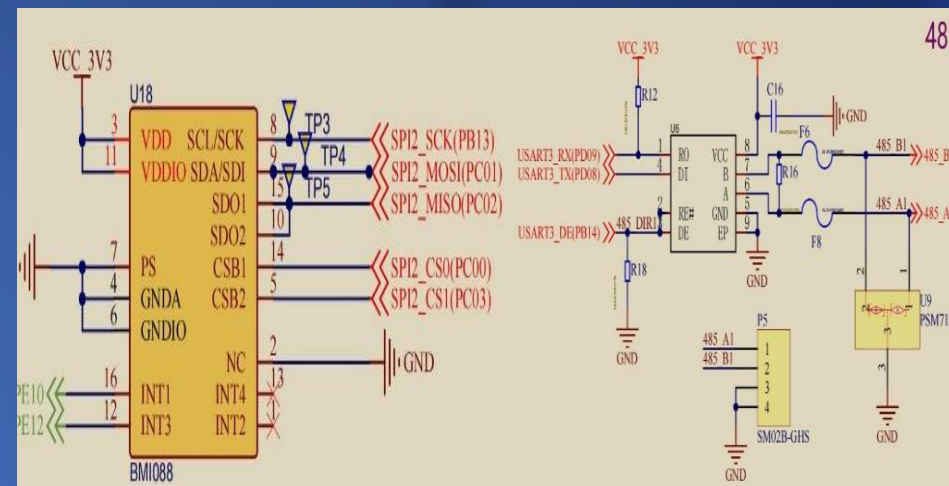


硬件架构与控制流程图

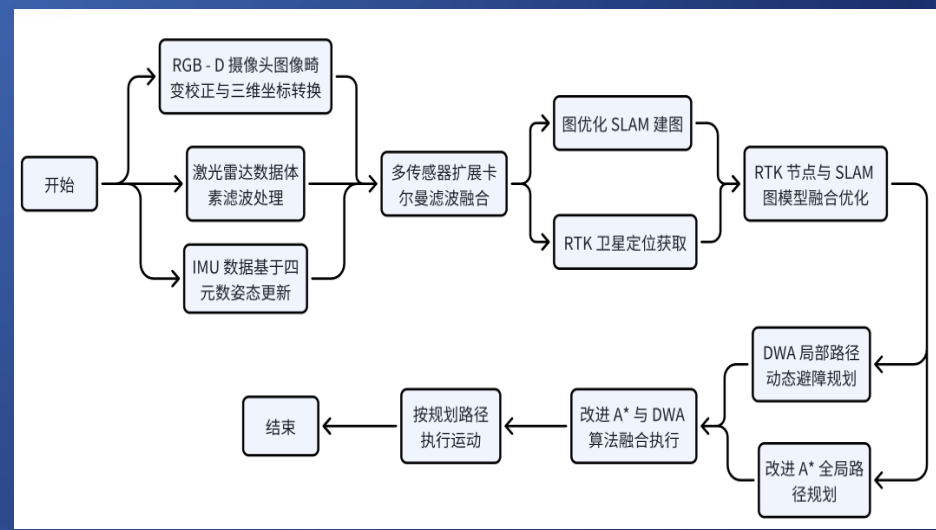


项目概要 | 市场分析 | 产品介绍 | 项目成果 | 未来计划

IMU与RS485收发器原理图

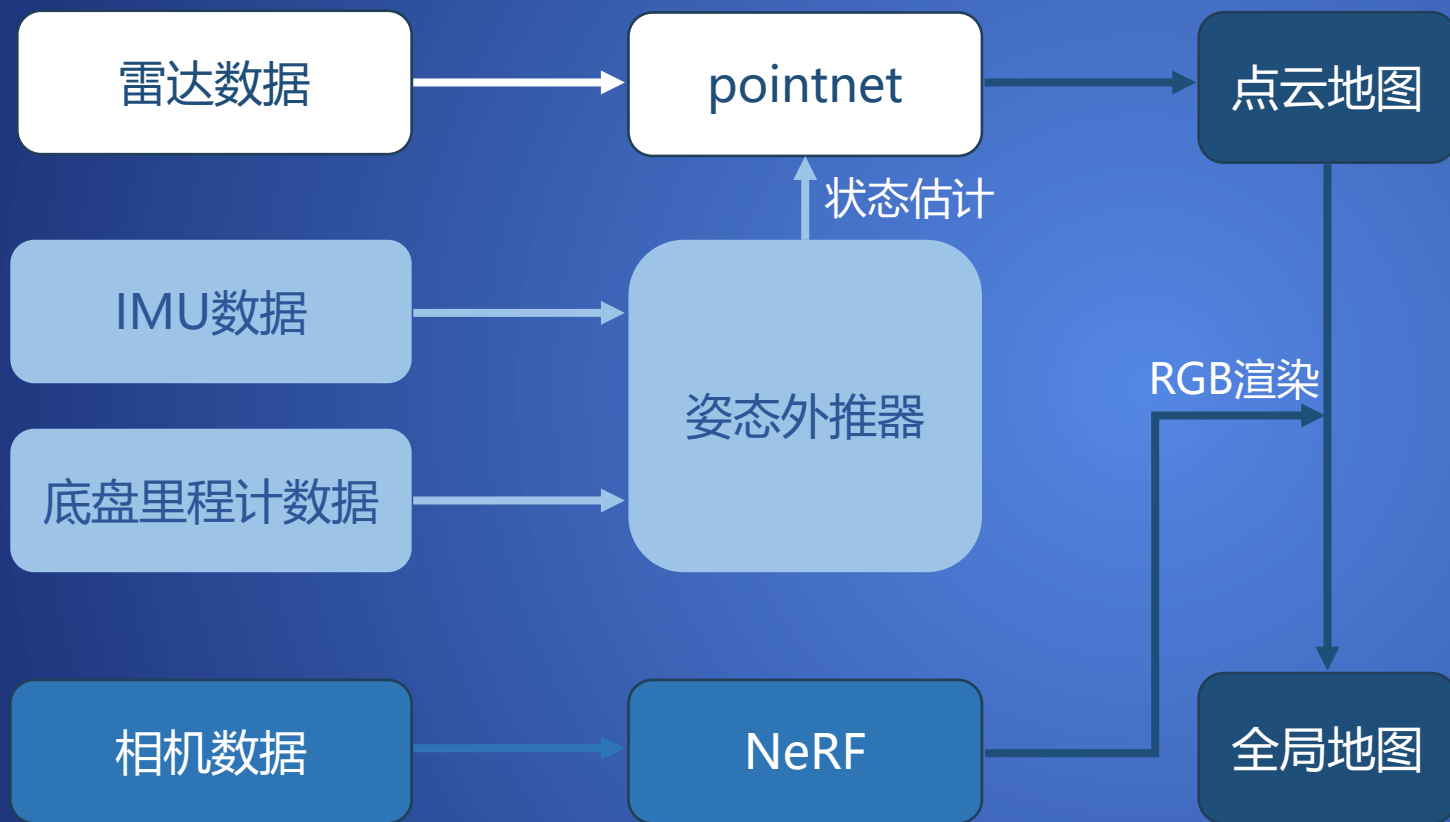


动态避障系统工作流程图

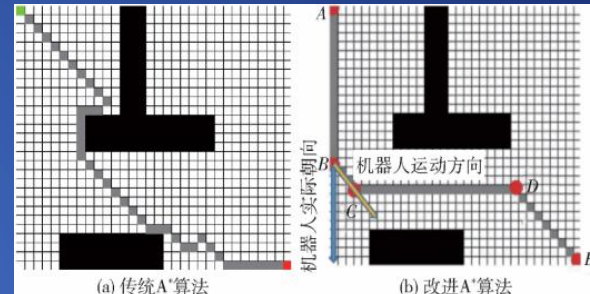


控制与算法

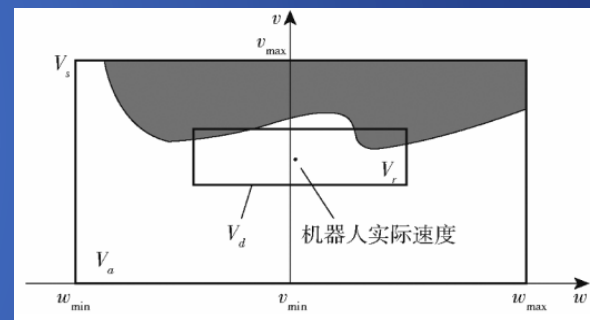
项目概要 | 市场分析 | 产品介绍 | 项目成果 | 未来计划



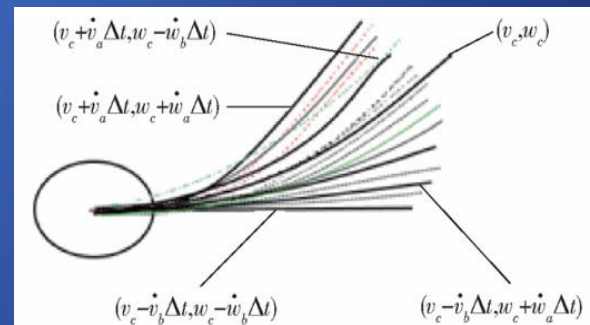
PNLC-SLAM 算法



传统A*算法与改进A*算法路径



速度矢量空间示意图



机器人多个轨迹生成图

视频展示

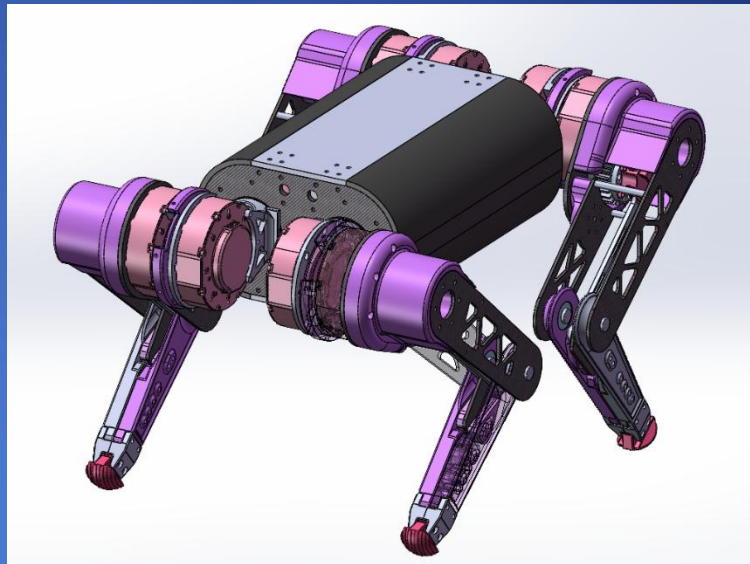
项目概要 | 市场分析 | 产品介绍 | 项目成果 | 未来计划



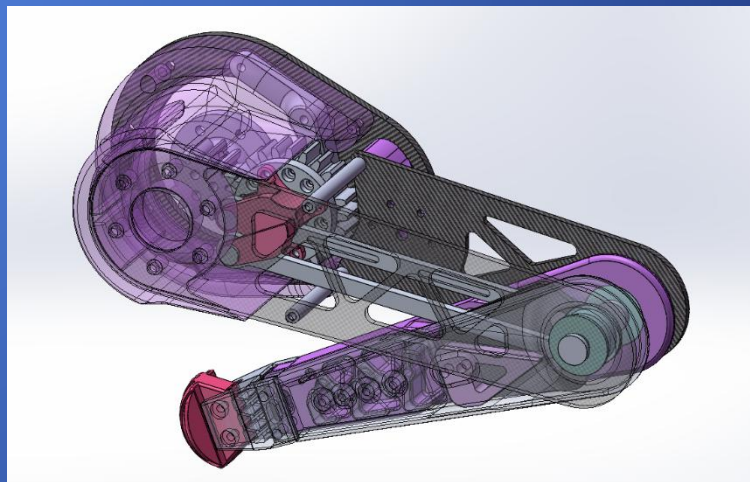
机械结构

第二代四足机器人：

在第一代基础上，第二代样机进行了突破性升级。首先，将单腿主动自由度从2个增加至3个，整机自由度提升至**12DOF**，大幅扩展了腿部运动空间与机身姿态调节能力。核心创新在于**双连杆轴向错位驱动技术**。具体而言，calf电机输出减速后，在腿部转动件的径向间隔设置双连接部位，并搭配轴向错开布置的连杆。这种设计从机械原理上彻底规避了传统连杆机构在特定位置可能出现的运动死点，**杜绝了由此导致的运动卡滞或失控风险**，确保了腿部运动的绝对连续性与平滑性。除此之外，第二代四足机器人融入更多的工业设计理念，采用多样化工程材料。



一号机器狗整体CAD



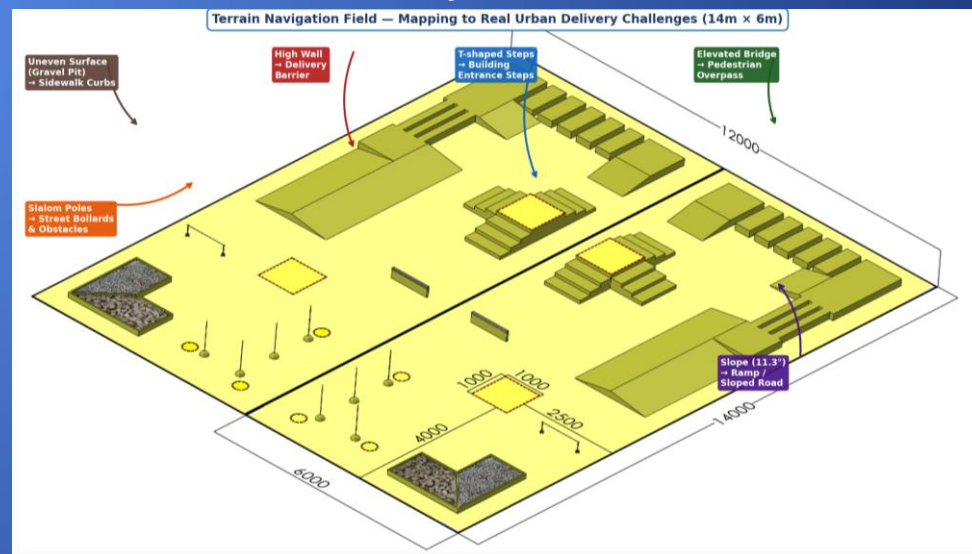
腿部传动及设计细节

第二代四足机器人：

为进一步提升在极端复杂地形和负载扰动下的适应性与泛化能力，第二代算法引入了**强化学习**。该模块定位为“低层运动策略”，上游接收感知系统提供的环境信息与任务指令，下游通过安全的PD-VMC-MPC执行层输出控制量。通过在高保真仿真环境（如Isaac Gym）中构建老旧社区场景模型，并采用**课程学习、地形随机化、组合奖励函数设计**等方法进行训练，使策略网络能够隐式学习复杂接触动力学、非线性扰动及步态切换的经验。实测表明，该策略显著增强了机器狗跨越连续台阶、碎石路、湿滑路面时的接触鲁棒性、抗滑移能力以及背负货物时的平衡稳定性。



在Issac Gym中进行训练



RC26比赛场地与老旧社区地形对应关系

项目成果

项目概要 | 市场分析 | 产品介绍 | 项目成果 | 未来计划



项目成果及参加活动

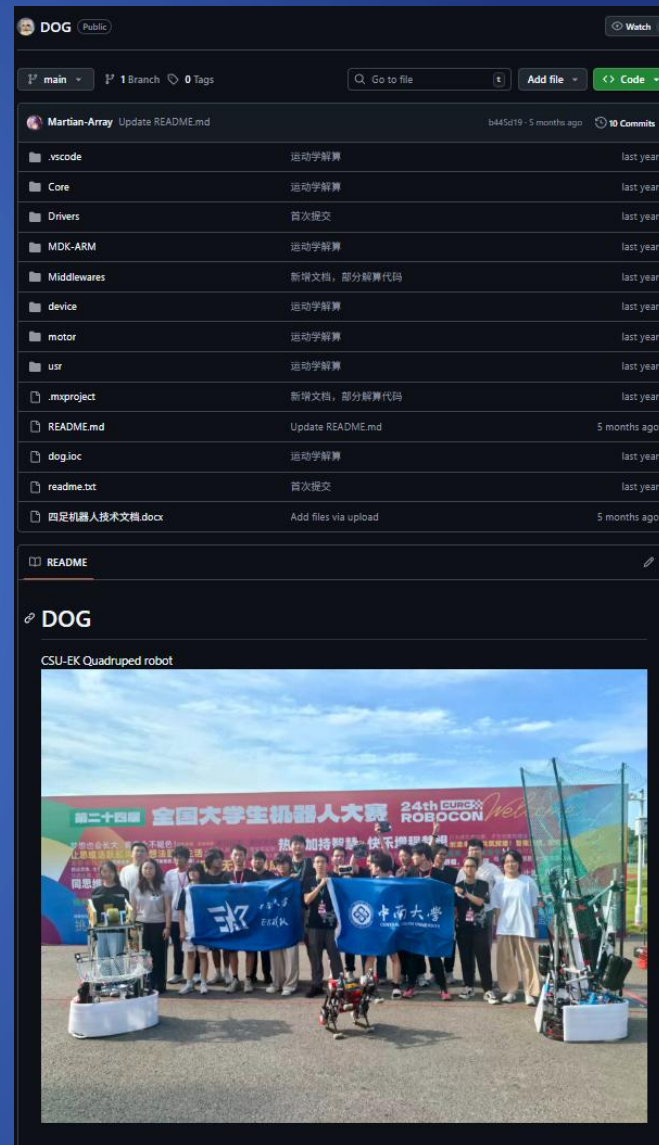


实物制作与现场比赛调试

项目概要 | 市场分析 | 产品介绍 | 项目成果 | 未来计划



赴深圳科创学院参加年会及进行技术交流



Github工程开源

项目成果及参加活动

项目概要 | 市场分析 | 产品介绍 | 项目成果 | 未来计划



赴深圳市达妙科技总部参观学习



产出机器人队机械组培训教程一套

QuadDrop Master
巷陌灵犬——赞助商

中南大学EK战队
3D打印耗材独家赞助



HiPNUC



注：以上排名不分先后



QuadDrop Master

巷陌灵犬

—— 支持单位



中南大學

CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

机电工程学院



中南大學

CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

工程实践创新中心

The background is a solid blue color. In the center, there is a large, faint circular graphic with a dashed line at the top and a solid line at the bottom. Surrounding this central graphic are several geometric shapes: a large inverted triangle at the top, a large upright triangle at the bottom, and several smaller triangles and lines scattered around. A bright blue horizontal light streak passes through the center of the image, behind the text.

请批评指正！