

附件 4:

第十三届全国大学光电设计竞赛（东南区）

设备简要介绍

《设备简要介绍》

参赛队伍名称: Sentinel-X

参赛项目名称: 智能车的激光对抗

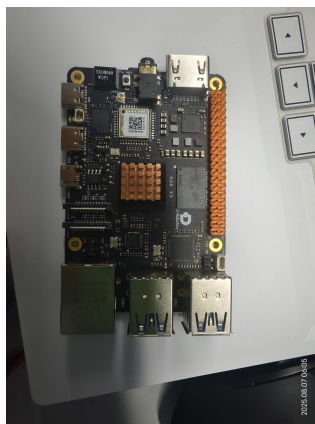
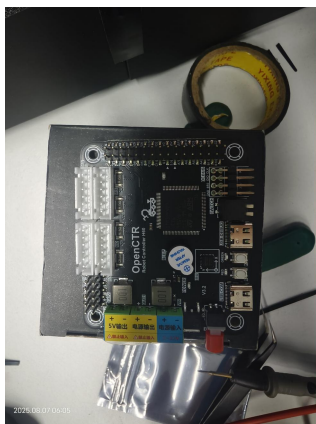
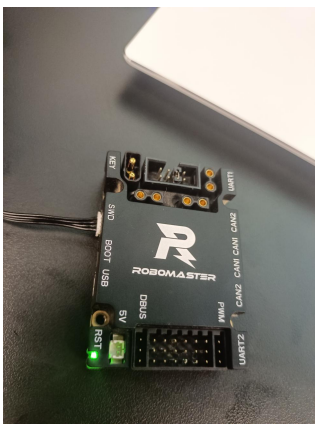
一、设备设计元素

1. 设计理念

本设备的设计理念聚焦于构建高效识别、快速机动与精准控制的一体化系统，用于 4m×4m 竞赛场地的激光对抗任务。通过相机与云台电机的协同控制、底盘动力学优化，以及多传感器数据融合，实现毫秒级目标锁定、快速跨场突袭和精准避障能力，确保在强光干扰、贴纸遮挡等复杂场景下稳定执行“有效击毁”判定（激光光斑持续覆盖目标区域 ≥ 2 秒），并适应 5 分钟高频对抗需求。

2. 功能模块

主控模块：采用两块 STM32F407 与 RDK X5 异构架构。STM32F407 负责实时任务（如电机控制、传感器数据采集），通过 CAN 总线生成扭矩控制信号；RDK X5 搭载 NPU 处理计算密集型任务（如视觉识别算法），支持 30fps 图像处理帧率。该架构确保系统在动态场景中的低延迟响应（目标锁定时间 $\leq 200\text{ms}$ ）。

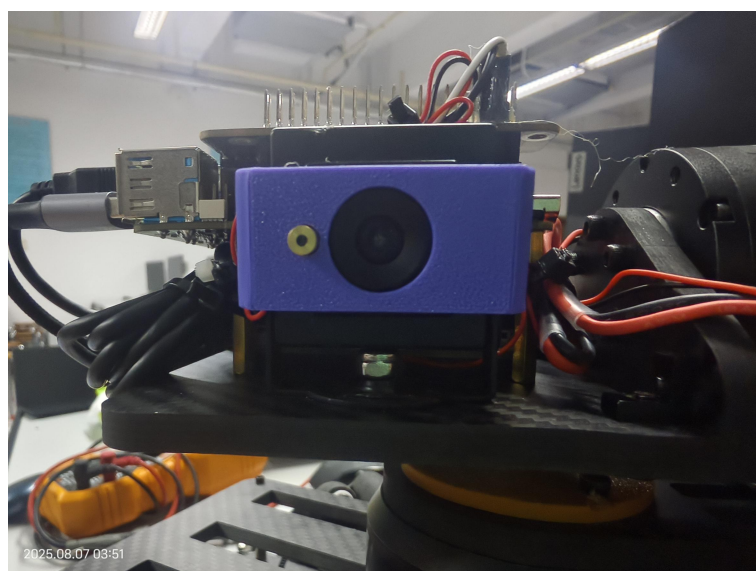


底盘模块：基于麦克纳姆轮全向设计，配备 30:1 减速比直流无刷电机和

1024 线编码器，驱动芯片采用 TB6612FNG。通过轮式编码器与 IMU 陀螺仪数据融合（扩展卡尔曼滤波算法），实现 $\leq 5\text{cm}$ 定位精度；优化扭矩特性与履带接地压力分布，使底盘在 0.8 秒内完成 0-1m/s 加速，并支持 1.1 秒半场跨越（2m 距离）。

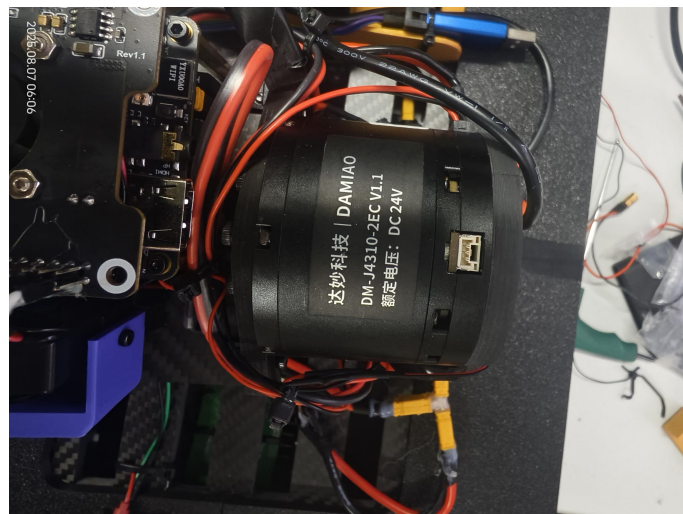


视觉模块（图 2）：部署 1 枚 120° 广角 USB 相机，以 30fps 帧率采集 1920×1080 分辨率图像，构成全景感知阵列。YOLOv5s 轻量化模型通过 3000 张自定义数据集训练（含贴纸干扰、强光变异等场景），实现 95% 识别准确率和毫秒级目标检测。相机与激光平行固定，确保瞄准稳定性。



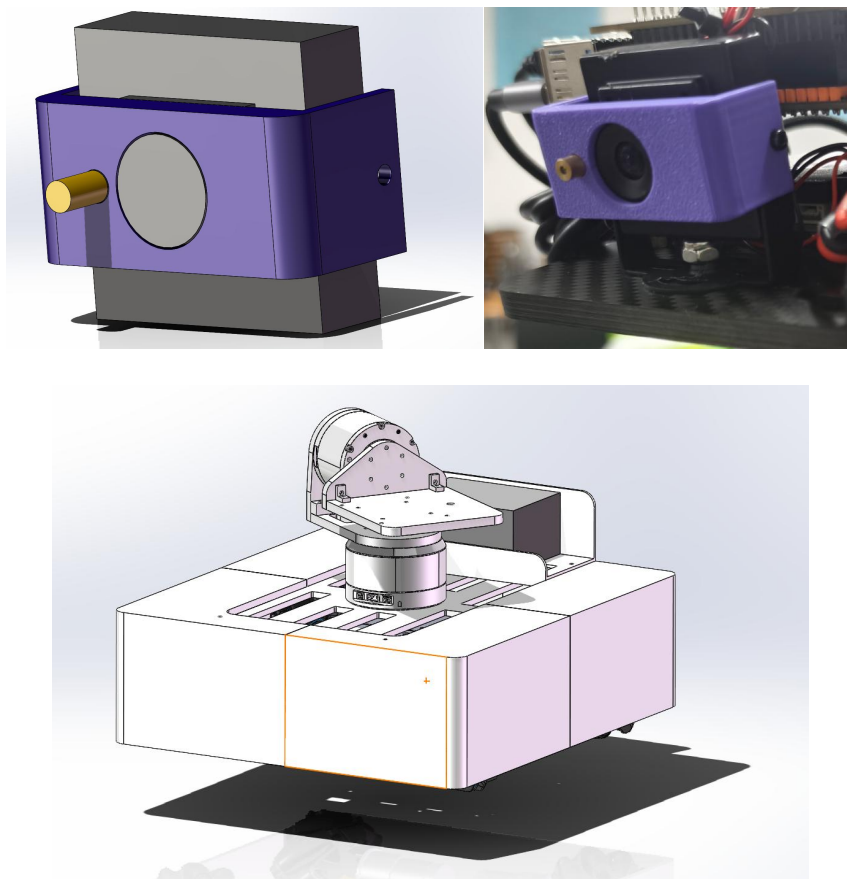
云台模块：采用双轴云台结构，配备 GM6020 和达妙 4310 电机。基于位置-速度-电流三环 PID 控制架构：位置环将图像像素偏差解算为角度指令，速度环

通过 BMI088 陀螺仪抑制震荡，电流环生成扭矩信号。在底盘全速机动时保持 $\pm 0.2^\circ$ 指向精度，支持动态目标持续锁定。

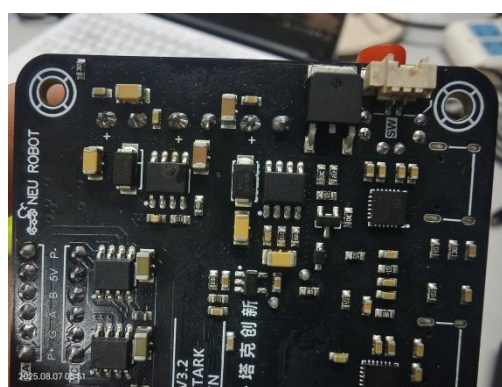
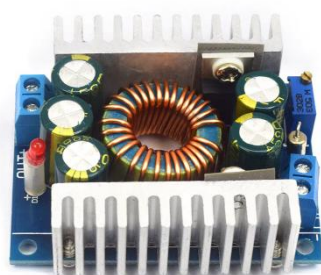


算法模块。核心算法包括，目标识别与追踪：YOLOv5s 模型实时处理图像，结合运动观测差分运算预估目标速度；通过卡尔曼滤波器优化陀螺仪数据，抑制零漂误差（ $\leq 0.1^\circ/\text{min}$ ）。避障导航：融合轮式编码器与 IMU 数据，采用扩展卡尔曼滤波(EKF)算法，在雷区警戒圆环（直径 1m）内实现 $\leq 5\text{cm}$ 定位精度，触发分级后退策略。决策系统：五态有限状态机(FSM)动态管理启动、跨中线检测、攻击模式、胜利判定等逻辑，基于战场态势实时切换状态。

结构模块：采用 SolidWorks 参数化建模，优化云台质心与底盘回转中心同轴度；激光与相机视线严格平行，确保瞄准精度。材料包括碳板与 3D 打印件，整机结构轻量化。



电源模块：采用轮趣科技 24V 锂聚合物电池，分层管理架构：24V 驱动电机与云台伺服单元；同步降压模块转换为 12V 供底盘主板；主板集成稳压电路（12V 转 5V）。



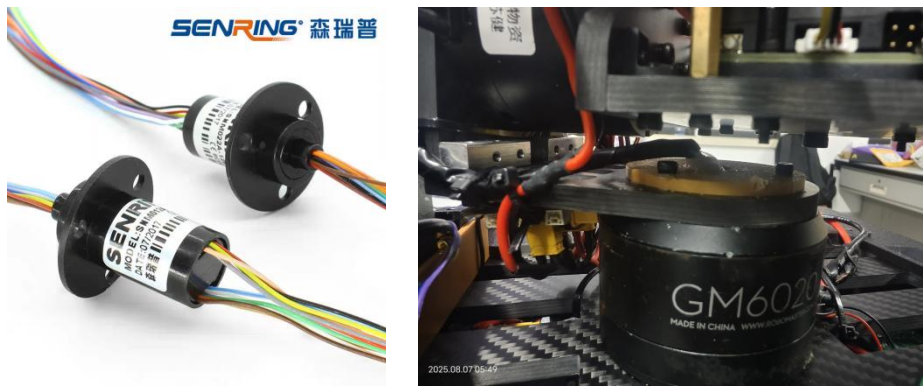
3. 创新点

云台姿态解算：融合视觉识别结果与卡尔曼滤波优化的 IMU 数据，在底盘全速机动时保持角度漂移 $\leq 0.1^\circ / \text{min}$ ，解决云台抖动问题（通过三环 PID 分级

抑制振动）。

底盘数据融合：开发编码器-IMU 自适应权重融合算法，根据加速度状态动态调整卡尔曼滤波观测矩阵（急转弯时提高 IMU 权重抑制打滑，直线行进侧重编码器数据）。

底盘云台机械解耦：采用定制 12 线导电滑环组件，支持 360° 无限制旋转的电力与信号传输，解决传统线缆缠绕导致的运动约束问题。



二、设备尺寸

长度：290 mm
宽度：270 mm
高度：220 mm
重量：3.55 kg

三、非商业设备承诺

本队伍郑重承诺:本次参赛设备由本团队自主设计并制作，非直接采购或使用的成套商业设备。若涉及部分标准件或通用模块，已明确标往来源及用途。如有虚假，愿承担相应责任。

承诺人(队长签字): 贾苏隽
日期: 2025.8.5