

TUP

Using a 31-56 motor driver cable and Field-Oriented Control (FOC), the RoboMaster C920 enables DC Motor Speed Control or enables precise control over motor torque.

机甲大师
ROBOMASTER

Especially designed for the RoboMaster M5002 P18 (Brushless DC) Motor and C920 Brushless DC Motor Speed Controller, the M5500 Accumulator Kit includes universal cables and a terminal block.

RoboMaster Positioning Manual, RoboMaster User Manual, Introduction of RoboMaster Series

The M5500 Accumulator Kit includes universal cables and a terminal block, ensuring a complete and stable connection by four independent tracks.

第二十一届全国大学生机器人大赛

ROBOMASTER 2022

平衡步兵竞速与智能射击单项赛

TUP 战队 赛季规划

RoboMaster 组委会 编制

2021年 11 月 发布

目录

1. 规则技术点分析.....	4
2. 技术方案分析.....	4
2.1 机械结构方案设计.....	5
2.2 硬件方案设计.....	6
2.2.1 硬件整体框图.....	6
2.2.2 单板硬件说明.....	7
2.2.3 重要传感器选型说明.....	7
2.3 软件方案设计.....	7
2.3.1 软件系统架构.....	7
2.3.2 模块通信设计.....	8
2.4 算法方案设计.....	9
2.4.1 控制算法综述.....	9
2.4.2 底盘动力学建模.....	10
2.4.3 控制系统实现.....	12
2.4.4 腿关节控制算法.....	12
2.5 测试方案设计.....	13
3. 项目进度计划.....	13
4. 赛季人力安排.....	19
4.1 团队架构设计.....	20
4.2 团队建设思路.....	20
5. 预算分析.....	20
5.1 预算估计.....	21
5.2 资金筹措计划.....	21
6. 技术方案分析参考文献.....	21

1. 规则技术点分析

(1) 兵机器人从打符点击打能量机关

分析：步兵机器人需要在规定时间内先经过 A,B,C 点到达 D 点来激活能量机关。首先步兵机器人需要有较快的移动速度且非常灵活来快速通过 A,B,C 点位。以最短的时间到达 D 点。由于 D 点离能量机关较远，对于云台 pitch 轴精度要求较为严格，对于弹道的精准程度极其严格，同时弹丸射出的后坐力对于车体，pitch 轴和弹道也有影响。

(2) 机器人发弹量达 50 发时，比赛结束

分析：因为一共只有 50 发弹丸，对于射击准确度要求高。因此对角度的调整和弹道准确程度要求高。

(3) 能量机关最高点亮支架数较高者排名靠前。

分析：对于射击准确度要求高，子弹散布要小，并且需要视觉和电控拥有良好的配合，

(4) 至少打中两个扇页才有成绩。

分析：若需要获得竞赛成绩，则至少命中两个扇页，因此需要保证步兵机器人在赛场发挥的稳定性，将步兵车需要实现的不同功能按优先级排序，对不同优先级的功能制定相应的可靠性，赛前多次测试，保证诸如弹道、pitch 轴传动等传动机构正常使用。

2. 技术方案分析

根据规则技术点的分析，步兵机器人的远程击打能力对于机器人的稳定性和射击的准确度提出了极高的要求，对于机械和电控的要求较高，而对能力机关的识别也是极其关键的。因此机械方面采用连杆结构来完成云台 pitch 轴的俯仰使其有较高精度和稳定性，并将云台配平，减小电机的负荷。在测速模块中套上炮管来使弹道更加精准，同时将原有的餐桌轴承换成精度更高的交叉滚子轴承来减少云台的晃动，整个车体降低重心，从而增强车体的稳定性。在整体上提高射击的精准度。

2.1 机械结构方案设计

表 2-1 工程机器人机械结构方案设计

模块	设计思路	技术难点	解决方案
底盘模块	设计平衡步兵轮腿结构	关节电机，轮毂电机和动量轮对整体车身的平衡结算	
云台模块	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由下到上设计出合理的云台结构，做到重心在中间，两侧板支撑受力均匀。 2. 电器原件合理分布，保证走线路径良好 3. 设计连杆结构，并用电机带动连杆来使云台上下俯仰，从未反应迅速稳定。 4.设计合理的发射机构安装处以及摄像头的安装位置。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 下供弹方式，供弹链克服子弹本身重力影响。 2. 连杆连接方式以及连杆强度材料选择。既要轻量化又要足够的强度 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 采用下供弹减小云台 yaw 轴及 pitch 轴负担，提高响应速度。 2. Pitch 轴采用简单连杆传动，降低上云台重心。 <p>牢牢稳定于底盘，不会因为撞轨道柱造成云台震动。</p>
发射机构模块	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1.Pitch 轴精度高 2. 限位装置可靠合理 3.保证射击精度 	<ol style="list-style-type: none"> 1.3508 拆减速箱重量较重要合理配重。 2.限位外形及材料的选择。 3. 合理安排相机与 mini PC 布线并加保护 4. 稳定每一发弹丸在接触摩擦轮前的位置保持一致。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.尝试纵向摩擦轮发射机构。 2.使用 3508 拆减速箱版摩擦轮发射。 3.利用 6020 电机配平。

2.2 硬件方案设计

考虑到平衡步兵对底盘电机扭矩精准控制的和转速的要求，底盘电机选用本末科技的轮毂直驱电机。关节电机选用本末科技的关节电机，可以精准的控制机器人的底盘姿态。

2.2.1 硬件整体框图



图 2-1 数据流框图



图 2-2 电源树

2.2.2 单板硬件说明

表 2-2 单板硬件说明

单板	设计需求	风险评估
大疆 c 型开发板	控制机器人整体的运动控制	如果损坏，机器人有瘫痪的可能
超级电容控制板	对超级电容进行恒功率充电	如果损坏，有损坏超级电容组的可能
超级电容组	储存和释放底盘的能量	如果损坏，机器人底盘有瘫痪的可能，电容组有发热，起火和爆炸的风险
Mpu9250 陀螺仪模块	为底盘提供姿态参考	如果损坏，机器人底盘有失稳或失控的风险
滑环接线板	机器人硬件的模块化设计，方便布线以及维修线路	故障可能导致机器人部分断电或通信断开
分线板	机器人硬件的模块化设计，方便布线以及维修线路	故障可能导致机器人部分断电或通信断开

2.2.3 重要传感器选型说明

Mpu9250 陀螺仪传感器，提供三轴加速度，三轴角速度，三轴磁力计的测量。为底盘提供一个精准的姿态反馈。陀螺仪的精准度直接影响到平衡步兵的稳定性

2.3 软件方案设计

2.3.1 软件系统架构

本赛季步兵车使用单开发板控制，将控制系统划分为几个不同的任务，再通过操作系统实现多个任务的同时控制。任务调度主要是基于 FreeRTOS 的多任务分时区调度功能实现，使用 FreeRTOS 创建多个任务并对其进行合理的调度，主要的系统任务包括：系统硬件的初始化任务，软件定时器数据收发任务，状态更新任务，开始任务。而主要的控制任务包含在“开始任务”中包括：底盘任务，云台任务，射击任务，陀螺仪任务，校准任务，延时任务。通过对这些任务进行合理调度从而控制机器人整体。

2.3.2 模块通信设计

2.3.2.1 遥控器通信设计

遥控器和开发板之间采用 DBUS 协议进行通讯，传输速率为 100k bit/s，数据长度为 8 位，奇偶校验位为偶校验，结束位 1 位；接收遥控器的数据，一帧的长度为 18 字节，一共 144 位，信息量相对较大，如果单独使用串口接收数据，遥控器每毫秒发送大量数据，首先需要将外部设备数据先读入 CPU 中，再由 CPU 将数据存储到存储器中，将会产生大量中断，占用大量的 CPU 时间，其他中断和命令运行的时间将会减少，严重影响程序运行的平衡，降低机器人的稳定性，故参考开源程序，使用串口接收遥控器数据，并使能串口 DMA 发送，通过使用 DMA 控制器直接将遥控器发送的数据存入存储器，不需要占用 CPU，增加程序的稳定性。

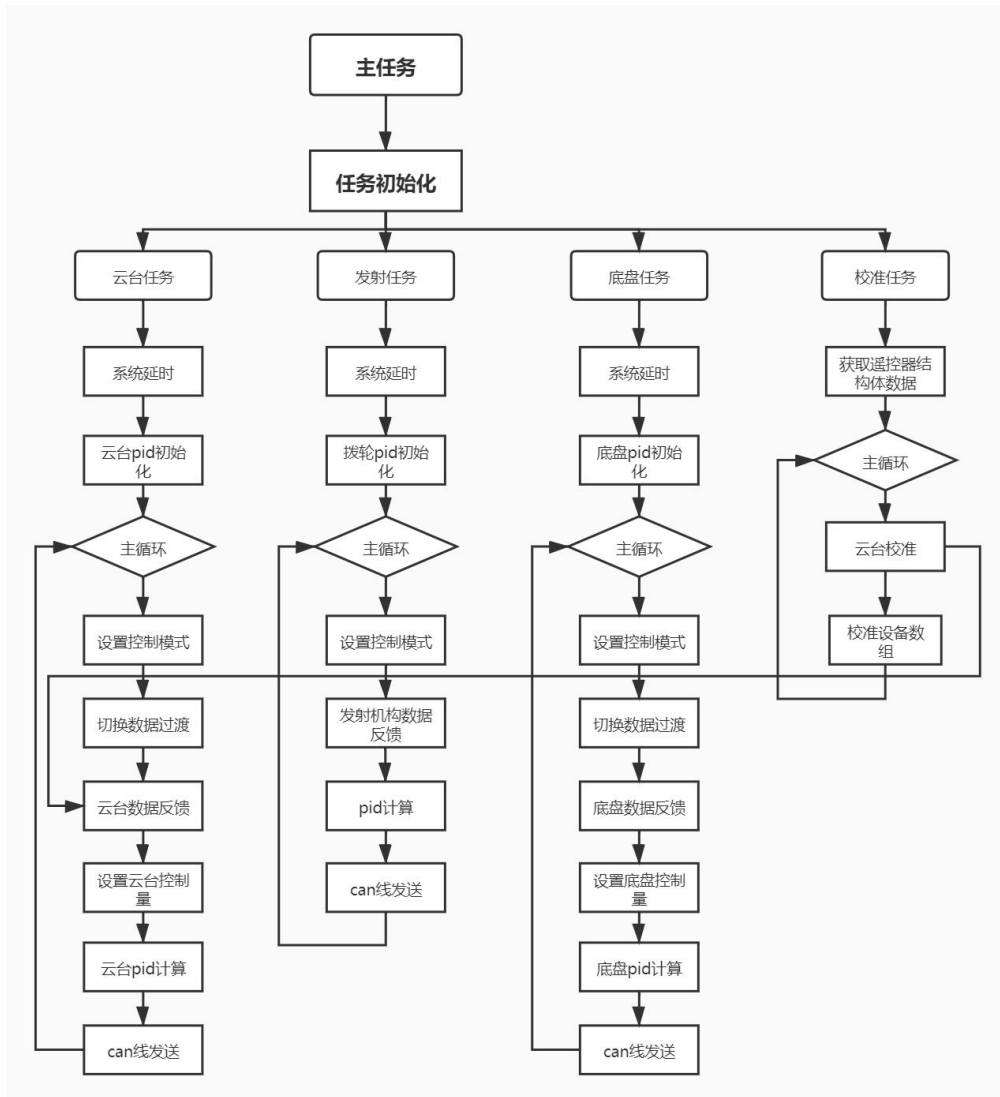


图 2-3 程序框图

2.3.2.2 电机通信设计

电机和主控的通信使用 can 线进行通信, can 线是差分电平通信, 抗干扰性能较强, 通信波特率为 1mbps, 保证了反馈速度, 保证了控制的实时性。

本赛季工程机器人电机等硬件和外设使用情况计划如下表

表 2-3 硬件使用情况

名称	用途 1	用途 2	用途 3
CAN1	底盘*4	Yaw 轴电机*1	
CAN2	摩擦轮电机*2	Pitch 轴电机*2	拨盘电机*1
PWM	弹舱盖*1	LED 呼吸灯	蜂鸣器
USART	遥控器数据接收	裁判系统数据接收	视觉数据通讯
DMA	串口 DMA 发送		
I2C	磁力计 IST8310	功率计数据接收	
SPI	陀螺仪 BMI088		

2.4 算法方案设计

2.4.1 控制算法综述

平衡底盘是一种典型的被控对象, 具有非线性, 欠驱动, 强耦合性, 不稳定性等特点。使用牛顿欧拉法进行平衡步兵的动力学模型建立, 底盘控制使用 LQR 控制器进行控制, 在平衡点线性化模型, 得到动力学模型的状态空间描述, 已知 A , B 矩阵, 通过使代价函数最小来求得最优控制矩阵, 使用 matlab 求解黎卡提方程得到最优控制增益矩阵。经过 simulink 仿真, 平衡底盘获得了很好的控制效果。控制系统结构如下图

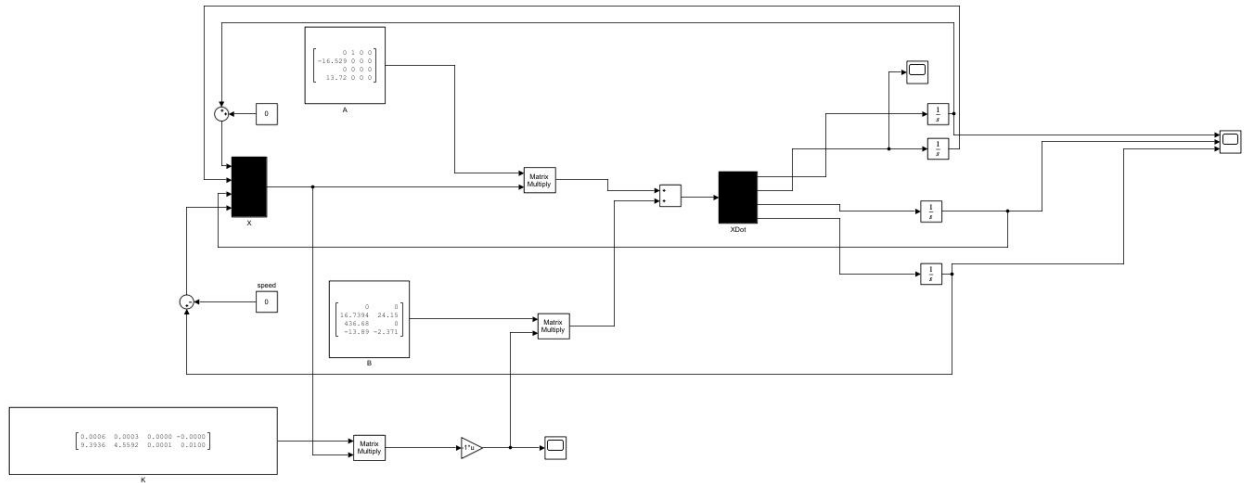


图 2-4 控制系统结构

云台控制则选用传统的串级 pid 控制器，结合不完全微分环节，可以实现较好的控制效果。摩擦轮使用 adrc 自抗扰控制器，使弹丸阻抗对摩擦轮转速带来的干扰降到最低。

2.4.2 底盘动力学建模

通过牛顿-欧拉法对二轮平衡车进行动力学建模。

a. 平动分析

对车体质心根据牛顿运动定律进行分析

根据图 2.1 得到小车的重心坐标

$$\begin{cases} x_m = x_0 + L \sin \theta \\ y_m = y_0 + L \cos \theta \end{cases} \quad (2-1-2)$$

对 2-1-1 求导可得水平和竖直方向的加速度：

$$\begin{cases} \ddot{x}_m = \ddot{x}_0 + L \left(\ddot{\theta} \cos \theta - \dot{\theta}^2 \sin \theta \right) \\ \ddot{y}_m = \ddot{y}_0 - L \left(\ddot{\theta} \sin \theta + \dot{\theta}^2 \cos \theta \right) \end{cases} \quad (2-1-3)$$

使用牛顿运动定律对小车的 x 和 y 方向进行分析，列写平衡方程：

$$\begin{cases} F = M\ddot{x}_m \\ F_N = Mg + M\ddot{y}_m \end{cases} \quad (2-1-4)$$

将(2-1-2)代入(2-1-3)，化简得：

$$\begin{cases} F = ML(\ddot{\theta} \cos \theta - M \dot{\theta}^2 \sin \theta) + TR \\ F_N = Mg - ML(\ddot{\theta} \sin \theta - M \dot{\theta}^2 \cos \theta) \end{cases} \quad (2-1-5)$$

其中： x_m, y_m 为小车重心坐标

F 为地面对小车的推力， F_N 为地面对小车的 • 支持力(N)

θ 为小车和竖直方向的夹角 (rad)

M 为小车的重量 (kg)

T 为电机输出力矩 (N·M)

R 为轮子半径 (M)

b.转动分析

力矩作用同作用点无关，根据力矩平衡条件，可列力矩平衡方程：

$$J_0 \ddot{\theta} = F_N L \sin \theta - FL \cos \theta - T \quad (2-1-6)$$

将(2-1-5)代入(2-1-6)整理得：

$$(J_0 + ML^2) \ddot{\theta} = MgL \sin \theta - T - TRL \cos \theta \quad (2-1-7)$$

其中： J_0 为小车绕重心转动的转动惯量

L 为小车重心到车轮转轴的距离

结合(2-1-1)对(2-1-7)整理得

$$\ddot{\theta} = \frac{MgL \sin \theta}{J_0 + ML^2} - \frac{T(1+RL \cos \theta)}{J_0 + ML^2} - \frac{J_1 \ddot{\theta}_1}{J_0 + ML^2} \quad (2-1-8)$$

小车在前进平衡时由重力沿 x 轴的分量提供向前的加速度：

$$\ddot{x}_m = g \sin \theta \quad (2-1-9)$$

在工作点 $\theta = 0$ 处对(2-1-8)(2-1-9)进行线性化， $\sin \theta \approx \theta$ ， $\cos \approx 1$ 得：

$$\ddot{\theta} = \frac{MgL \theta}{J_0 + ML^2} - \frac{T(1+RL)}{J_0 + ML^2} - \frac{J_1 \ddot{\theta}_1}{J_0 + ML^2} \quad (2-1-10)$$

$$\ddot{x}_m = g \theta \quad (2-1-11)$$

整理后得到状态空间描述，得到 AB 矩阵。

2.4.3 控制系统实现

控制系统使用 matlab 联合 cubemx 的方式进行开发，在 matlab 中搭建控制系统，直接生成可以使用的代码，方便修改和测试，极大的提高了开发效率，下图为自动生成的控制器代码

```

/* Model step function */
void Balanced_Infantry_step(void)
{
    real_T rtb_y1;
    real_T rtb_out;
    real_T rtb_y2;
    int32_T i;
    real_T tmp;
    real_T tmp_0;
    real_T tmp_1;
    if (Balanced_Infantry_U.LQR_enable == 1.0) {
        rtb_y1 = Balanced_Infantry_U.L_speed_feedback -
            Balanced_Infantry_U.L_speed_set;
        rtb_out = Balanced_Infantry_U.R_speed_feedback -
            Balanced_Infantry_U.R_speed_set;
        for (i = 0; i < 2; i++) {
            rtb_y2 = Balanced_Infantry_ConstP.K_Value[i + 2];
            tmp_0 = Balanced_Infantry_ConstP.K_Value[i + 4];
            tmp_1 = Balanced_Infantry_ConstP.K_Value[i + 6];
            tmp = tmp_1 * rtb_y1 + (tmp_0 *
                Balanced_Infantry_U.L_momentum_speed_feedback + (rtb_y2 *
                    Balanced_Infantry_U.L_angular_speed_feedback +
                    Balanced_Infantry_ConstP.K_Value[i] *
                    Balanced_Infantry_U.L_angle_feedback));
            Balanced_Infantry_B.Gain1[i] = -tmp;
            rtb_y2 = tmp_1 * rtb_out + (tmp_0 *
                Balanced_Infantry_U.R_momentum_speed_feedback + (rtb_y2 *
                    Balanced_Infantry_U.R_angular_speed_feedback +
                    Balanced_Infantry_ConstP.K_Value[i] *
                    Balanced_Infantry_U.R_angle_feedback));
            Balanced_Infantry_B.Gain[i] = -rtb_y2;
        }

        Balanced_Infantry_Y.R_chassis_current = Balanced_Infantry_B.Gain[1];
        Balanced_Infantry_Y.L_chassis_current = Balanced_Infantry_B.Gain1[1];
    }
}

```

图 2-5 控制系统代码展示

2.4.4 腿关节控制算法

使用关节电机模拟避震器，回复力关系符合弹簧阻尼器的微分方程模型，劲度系数分两段可调，阻尼器的压缩和回弹阻尼分别可调，此部分程序由 m 函数实现，集成到 simulink 模型当中。弹跳使用力矩进行控制，直接指定关节电机的力矩，在关节达到伸展极限位置时恢复弹簧阻尼器控制模式。

2.5 测试方案设计

测试将从稳定性，精准度，操控性几个方面来进行。首先，要经过稳定性测试，包括但不限于高速通过盲道，飞坡，英雄冲撞，脚踹，顶墙跑，重心偏移。然后是精准度测试，即平衡底盘和弹道的精准度测试。随后是操控性测试，此步骤由操作手来完成，将全模拟比赛情况进行操作，高强度上场测试，确保功能操控逻辑没有问题。

3. 项目进度计划

表 3-1 项目进度计划

时间	整体规划	机械	电控	视觉
9.20-9.27	出规则前 对上赛季 机器人的 反思以及 学习新的 理论知识	1.开始第一代步兵云台的设计-1/2 周 2.改进发射机构，并开始测试-1/2 周	1.C 板程序的移植 — 1/2 周 2.老程序的封装和优化 —1/2 周	1.学习上交开源代码— 1/2 周
9.27-10.04		1.开始第一代步兵云台的设计-2/2 周 2.改进发射机构，并开始测试-2/2 周	1.C 板程序的移植 — 2/2 周 2.老程序的封装和优化 —2/2 周	1.学习上交开源代码 --2/2 周 2.学习神经网络理论知识--1/1 周
10.04-10.11		1.制作第一代步兵云台，并改善暴露出的问题-1/2 周 2.购买所需物资-1/2 周	1.书写步兵程序 —1/4 周	1.培训新生--1/1 周 2.神经网络实践--1/2 周 3.标注数据集--1/2 周
10.11-10.18		1.深入了解新赛季规则，并按照规则对已完成任务做相应调整-1/2 周 2.按照新赛季规则，提出针对性需求-1/1 周	1.阅读规则 —1/1 周 2.书写步兵程序 —2/4 周	1.神经网络实践--2/2 周 2.标注数据集--2/2 周

10.18-10.25		1.深入了解新赛季规则，并按照规则对已完成任务做相应调整-2/2 周	1.书写步兵程序 —3/4 周	1.雷达站第一次论证 --1/1 周
10.25-11.01		1.开始第一代步兵底盘设计-1/3 周 2.改进第一代步兵云台，并开始打弹测试-1/3 周	1.小陀螺移动分配研究 —1/1 周 2.书写步兵程序 —4/4 周	1.优化自瞄追踪算法，预测补偿--1/1 周 2.重写相机驱动--1/1 周
11.01-11.08	研究规则，制定赛季总体任务	1.开始第一代步兵底盘设计-2/3 周 2.改进第一代步兵云台，并开始打弹测试-2/3 周 3.开始优化云台与底盘的配合-1/2 周 4.探究弹道偏差问题-1/1 周	1.云台程序整定与云台调试 —1/1 周	1.尝试编写反打击能量机关程序--1/1 周
11.08-11.15	第一版机器人设计，	1.开始第一代步兵底盘设计-3/3 周 2.改进第一代云台，并开始打弹测试-3/3 周 3.开始优化云台与底盘的配合-2/2 周	1.底盘限功率开源阅读 —1/1 周 2.书写步兵程序 —4/4 周	1.神经网络的搭建（自瞄+雷达站） --1/3 周
11.15-11.22	制作，调试	1.完成底盘图纸绘制，并优化设计-1/1 周 2.开始第一代底盘打印件制作-1/2 周	1.底盘程序整定与底盘调试 —1/1 周	1.神经网络的搭建（自瞄+雷达站） --2/3 周

11.22-11.29		1.开始第一代步兵底盘制作-1/3 周 2.购买所需物资-1/2 周 3.完成弹道的优化 1/2 周	1.底盘限功率程序设计 —1/2 周 2.中期形态视频拍摄—1/1 周	1.神经网络的搭建（自瞄+雷达站）--3/3 周
11.29-12.06		1.开始第一代步兵底盘制作-2/3 周 2.购买所需物资-2/2 周 3.完成弹道的优化-2/2 周	1.底盘限功率程序设计与尝试 —2/2 周	1.建立数学模型优化弹道，弹道补偿--1/1 周 2.装甲板打击决策优化--1/1 周
12.06-12.13		1.开始第一代步兵底盘制作-3/3 周 2.提出更稳定的 yaw 周轴承设计-1/2 周	1.测试程序与修改 —1/2 周	1.摄像头二次开发，qt 可视化--1/1 周 2.自适应阈值，优化先验条件--1/1 周
12.13-12.20		1.整车装配-1/1 周 2. 解决遗留问题-1/1 周	1.测试程序与修改 —2/2 周 2.底盘调试 —1/1 周	1.算法理论仿真--1/1 周
12.20-12.27		1.整车测试-1/2 周	1.云台与底盘粗略布线—1/1 周 2.基础功能测试与程序修改—1/2 周	1.优化串口，解决串口通讯类问题--1/1 周

<p>12.27-1.03</p>		<p>1.整车测试-2/2 周 2.对寒假任务进行安排规划-1/1 周</p>	<p>1.基础功能测试与程序修改—2/2 周</p>	<p>1.雷达站第二次论证--1/1 周</p>
<p>1.03-1.10</p>		<p>1.安排新生学习模拟仿真等课程-1/4 周 2.开始第二代步兵底盘设计-1/3 周 3.优化第一代车出现的问题-1/3 周</p>	<p>1.变结构PID 变速积分与不完全微分控制算法学习与调试—1/2 周</p>	<p>1.优化神经网络模型，提高泛化能力--1/1 周</p>
<p>1.10-1.17</p>		<p>1.安排新生学习模拟仿真等课程-2/4 周 2.开始第二代步兵底盘设计-2/3 周 3.优化第一代车出现的问题-2/3 周</p>	<p>1.变结构PID 变速积分与不完全微分控制算法学习与调试—2/2 周</p>	<p>1.尝试编写反打击大/小陀螺程序--1/1 周</p>
<p>1.17-1.24</p>	<p>寒假任务</p>	<p>1.安排新生学习模拟仿真等课程-3/4 周 2.开始第二代步兵底盘设计-3/3 周 3.优化第一代车出现的问题-3/3 周</p>	<p>1.视觉数据处理算法优化—1/2 周</p>	<p>1.评估该学期任务，总结得失，制定下一学期任务--1/1 周</p>

1.24-1.31		1.开始第二代步兵云台设计-1/2 周 2.开始第二代步兵底盘制作-1/3 周 3.购买所需物资-1/1 周	1.视觉数据处理算法优化—2/2 周	1.视觉理论学习--1/3 周
1.31-2.07		1.开始第二代步兵云台设计-2/2 周 2.开始第二代步兵底盘制作-2/3 周	1.UI 绘制部分程序学习与尝试—1/1 周	1.视觉理论学习--2/3 周
2.07-2.14		1.开始第二代步兵云台制作-1/2 周 2.开始第二代步兵底盘制作-3/3 周 3.购买所需物资-1/1 周	1.测试裁判系统—1/2 周 2.云台与底盘布线—1/1 周	1.视觉理论学习--3/3 周
2.14-2.21		1.整车装配-1/1 周 2, 解决遗留问题-1/1 周	1.测试裁判系统—2/2 周 2.调试步兵基础功能—1/2 周	1.传统视觉稳定版程序--1/1 周
2.21-2.28		1.配合电控布线, 完成第二代步兵制作-1/1 周	1.调试步兵基础功能—2/2 周 2.云台 PID 细致整定—1/2 周	1.编写神经网络能量机关程序--1/2 周 2.编写神经网络车辆识别程序--1/2 周
2.28-3.07		1.交付电控测试-1/2 周 2.进行暴力测试, 优化易损结构-1/2 周	1.UI 绘制调整—1/2 周 2.限功率算法设计与调试—1/2 周	1.神经网络视觉稳定版程序 2/2 周 2.实车视觉代码参数调试--1/2 周

3.07-3.14		1.交付电控测试-2/2 周 2.进行暴力测试，优化易损结构-2/2 周	1.UI 绘制调整—2/2 周 2.限功率算法设计与调试—2/2 周	1.实车视觉代码参数调试--2/2 周
3.14-3.21		1.优化第二代机器人出现的问题	2.拨杆高效利用程序设计—1/2 周	1.雷达车辆坐标显示与敌方进攻预警的实现--1/1 周
3.21-3.28	第二版机器人制作，调试	1.配合电控/视觉进行能量机关激活，自瞄系统测试-1/4 周	1.调试云台（自瞄）—1/2 周 2.拨杆高效利用程序设计—2/2 周	1.依据往年数据，尝试编写打击优先级策略模块--1/1 周
3.28-4.04		1.配合电控/视觉进行能量机关激活，自瞄系统测试-2/4 周	1.调试云台（自瞄）—2/2 周 2.调试云台打符—1/3 周	1.神经网络高帧率图像识别优化--1/1 周
4.04-4.11		1.配合电控/视觉进行能量机关激活，自瞄系统测试-3/4 周	1.调试云台打符—2/3 周 2.自适应弹速—1/1 周	1.尝试小地图功能及预警系统--1/1 周
4.11-4.18	准备高校联盟赛	1.配合电控/视觉进行能量机关激活，自瞄系统测试-4/4 周 2.开始制作比赛版本的机器人-1/4 周 3.操作手训练-1/6 周	1.调试云台打符—3/3 周	1.检查程序功能，预估可能出现的问题 1/1 周
4.18-4.25		1.开始制作比赛版本的机器人-2/4 周 2.操作手训练-2/6 周	1.逻辑检查与测试，检查线路—1/2 周	1.测试步兵自瞄与击打能量机关的能力，寻找可优化的方面--1/1 周

4.25-5.02	基于高校联盟赛对机器人进行简单调整	1.开始制作比赛版本的机器人-3/4 周 2.操作手训练-3/6 周	1.逻辑检查与测试，检查线路—2/2 周	1.优化数学与神经网络模型以提高机器人命中率-1/1 周
5.02-5.09		1.开始制作比赛版本的机器人-4/4 周 2.操作手训练-4/6 周 3.制作备用零部件-1/3 周 4.故障检修-1/3 周	1.模拟比赛测试，优化程序逻辑，根据操作手需求改进设计—1/2 周 2.持续优化整车参数—1/2 周	1.目前项目 debug 与优化整合，检查程序鲁棒性--1/1 周
5.09-5.16		1.故障检修-2/3 周 2.操作手训练-5/6 周 3.制作备用零部件-2/3 周	1.模拟比赛测试，优化程序逻辑，根据操作手需求改进设计—2/2 周 2.持续优化整车参数—2/2 周	1.协助调试车辆，确保运转良好--1/1 周
5.16-分区赛		1.故障检修-3/3 周 2.操作手训练-6/6 周 3.制作备用零部件-3/3 周 4.机器人装箱，准备出发-1/1 周	1.物资整备，准备分区赛所用工具与线材—1/1 周 2.功能再测试，确保程序稳定性—1/1 周	1.机器人装箱，整理参赛物资

4. 赛季人力安排

将机器人拆分为云台和底盘两部分，云台部分由 1 名正式队员和 2 名梯队队员设计加工，底盘部分由 1 名正式队员和 2 名梯队队员设计加工。云台部分进行大量测试和优化结构来保证弹丸的准确性，贯穿整个备赛阶段，其次是底盘的设计，在第一版图纸画完，然后进行优化到最终版，然后制作。嵌入式由一名正式队员完成电控程序开发与调试，并进行测试与优化，视觉程序由一名视觉组成员完成对目标装甲板的角度结算。

4.1 团队架构设计

表 4-1 团队架构设计

角色	职责职能描述	人员要求	人员
机械成员	完成预期功能的机械设计，并进行加工制造。	熟练掌握 SW 的使用方法，有理论力学，材料力学，机械设计，机械原理的学科基础，有责任心。	吴振豪，孙佳辰，王聪，赵明宇
电控成员	完成程序框架和底层架构设计 ui	熟练掌握 keil5 和 cubemx 的使用流程，以及各种控制算法	逯逸
硬件成员	超级电容焊接	熟悉电路的模电原理和 pcb 板的绘制	逯逸
视觉成员	完成辅瞄程序和解算 pitch 轴的	熟练使用 opencv 和 pnp 神经网络识别装甲板	赵梓合

4.2 团队建设思路

平衡步兵作为一个新的兵种，我希望我们全体组员能从这个新的兵种中学到新的知识，秉承着“冠木承鹏，任尔狂风”的信念。不仅提高自身。也为战队培养一批实力足够优秀的成员。我们会将所有的赛季资料，进行归档，后期纳新培训、车整体设计时，也会有老队员对整个流程进行跟踪，及时止损，避免少走弯路。团队内也会定期组织例会，来分析本周的进度，对任务分配及时进行调控。

5. 预算分析

由以上机械和控制方面设计方案的需求可知，机械方面会消耗大量材料且会购买一些加工件来满足强度方面的需求，控制方面需要购买一些电机来控制机器人的同时也需要购买和制作一些主控板了来优化机器人的控制性能，使用分线板使布线更加合理。预计后续我们还会进行 3 次迭代，后续会造成更多的材料消耗，包括机械方面材料和工具消耗，嵌入式方面因为误操作造成的硬件损失和各种耗材。硬件大部分使用大疆官方产品，同时也会使用一些自己开发的产品。

5.1 预算估计

表 5-1 预算估计

类目	子类目	费用	说明
研发耗材	机械部件	1200	研发预算与往年对标，缺少的材料列入预算
	硬件相关	7000	
	工具相关	1600	
比赛差旅	住宿	4200	1天 100 元/人，按 6 个人 比赛时间按照 7 天算
	伙食	2520	1天 60 元/人，按 6 个人 比赛时间按照 7 天算
	交通	3000	火车车票来回 400 元/人， 按 6 个人，600 元为在比 赛城市出行费用
技术迭代	硬件迭代	5000	次数：5 次
	机械迭代	900	次数：3 次

5.2 资金筹措计划

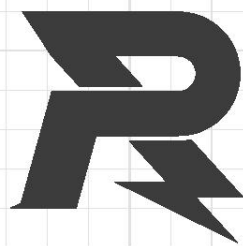
表 5-2 资金筹措计划

来源项	预计金额	筹措思路
学校赞助经费	10000	向学校申请报销住宿与交通费用
大创项目经费	7000	预计一个校级和一个省级大创

6. 技术方案分析参考文献

表 6-1 参考文献

参考文献	收获点分析
<p>https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12268</p>	<p>利用哈理工荣成近两年对平衡步兵的技术积累, 让对于平衡步兵的制作和研究建立大致方向。</p>
<p>https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD202101&filename=1020440886.nh&uniplatform=NZKPT&v=uY1NTMguB-cuEsNiXUBhdN39rvkEbXSr6WZeTf8WzVUikwvGcGEMWkyVuTurts</p>	<p>该论文中对于机器人运动状态的分析, 增加了对于轮腿结构的了解</p>
<p>https://www.ascento.ethz.ch/wp-content/uploads/2019/05/AscentoPaperICRA2019.pdf</p>	<p>原型机分析, 获取平衡步兵关键数据。</p>



邮箱: robomaster@dji.com

论坛: <http://bbs.robomaster.com>

官网: <http://www.robomaster.com>

电话: 0755-36383255 (周一至周五10:30-19:30)

地址: 广东省深圳市南山区西丽镇茶光路1089号集成电路设计应用产业园2楼202