

V1.0



Using a 32-bit motor driver chip and Field-Oriented Control (FOC), the RoboMaster C20 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Especially developed for the RoboMaster M20C Pro Brushless DC Motor and C20 Brushless DC Motor Speed Controller, the M20C Assembly Kit includes several parts and a terminal board.

RoboMaster System Specification Manual, RoboMaster User Manual, Introduction of RoboMaster Series

The M20C Assembly Kit includes several parts and a terminal board, covering a complete motor system driven by two independent motors.

第二十一届全国大学生机器人大赛 ROBOMASTER 2022 高校单项赛

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.....	4
2.1.1 底盘结构方案分析.....	4
2.1.2 云台结构方案分析.....	7
2.2 硬件方案设计.....	9
2.2.1 底盘硬件部分.....	9
2.2.2 云台硬件部分.....	9
2.2.3 硬件整体框图.....	10
2.2.4 单板硬件说明.....	10
2.2.5 重要传感器选型说明.....	11
2.3 软件方案设计.....	11
2.4 算法方案设计.....	12
2.4.1 识别方案.....	12
2.4.2 吊射反馈.....	12
2.5 测试方案设计.....	12
2.5.1 测试方案细则.....	13
3. 项目进度计划	14
4. 赛季人力安排	14
4.1 团队架构设计.....	14
4.2 团队建设思路.....	15
5. 预算分析	15
5.1 预算估计.....	15
5.2 资金筹措计划.....	16
6. 技术方案分析参考文献	16

1. 规则技术点分析

英雄吊射单项赛要求英雄机器人从己方狙击点对敌方基地顶部装甲板发起攻击，最终以完成任务时间、伤害血量等因素几分排名。也就是对 42mm 发射机构的一致性提出了很高的要求，同时，也对英雄云台的控制精度提出了很高的要求。

2. 技术方案分析

我队本赛季针对英雄机器人优先级一级子项目，对发射机构进行一系列改进，提高弹丸打击的精准度，也是本赛季我队步兵优先级较高子项目，弹道测试机构优化，设计目标包括但并不局限于：成功在梯形高地成功吊射新场地的基地。

在软件设计优化方面，优化通信协议，实现运算平台与主控之间的通信无阻；优化云台控制算法，尝试使用自抗扰控制 ADRC 算法，抗干扰的同时，实现更加精准的输出；优化 IMU 算法，提高控制精度；添加辅助吊射专用相机用于辅助吊射。同时大量测试标定拨弹盘转速与摩擦轮转速。

2.1 机械结构方案设计

2.1.1 底盘结构方案分析

2.1.1.1 规则分析

英雄吊射项目排名规则中对机器人重量有一定的要求，我们针对该规则尽力减轻整个机器人重量。

英雄吊射项目与超级对抗赛公用一个场地，新增的起伏路段实现较大的扩充，这便对机器人的避震性能提出更高的要求；但是在单项赛中英雄吊射的过程内不可离开己方的狙击点，即便如此，为了适应对抗赛，英雄的底盘也同样是一个需要改进的方向。我队本赛季针对英雄机器人优先级一级子项目，即针对起伏路段扩充的要求，设计新一代悬挂系统，设计目标以减小机器人在起伏路段的抖动，减少云台振动浮动，减轻底盘重量。

2.1.1.2 目标分析

表 2.1.1.1 设计目标表整理

种类	指标
底盘整体	强度合适的情况下减重，降低重心，走线合理（预留位置）
悬挂	自适应悬挂（优先绘制，万事开头难）_（保证单侧联动）
悬挂整体	结构尽可能精简，强度足够前提下尽可能轻量化
救援机构	（规则出来前优先预留位置）

2.1.1.3 轮组结构

采用电机包裹型悬挂，联轴器使用涨紧套固定，通过静摩擦力实现轮组电机固定，横向尺寸大大缩短。

2.1.1.4 悬挂结构

悬挂采用自适应悬挂设计，单侧悬挂前后部分使用纵臂式麦弗逊（等臂长双叉臂），通过中间滑块实现滑块 40-60 行程内，前后悬挂相对大行程联动，中联部分采用 5M 同步带传动，实现左右两侧同步带轮同方向传动，同步带轮同向传动带动固连齿轮实现同方向传动，而两侧又通过齿条传动实现滑块上方齿条板左右齿条板前后逆运动。

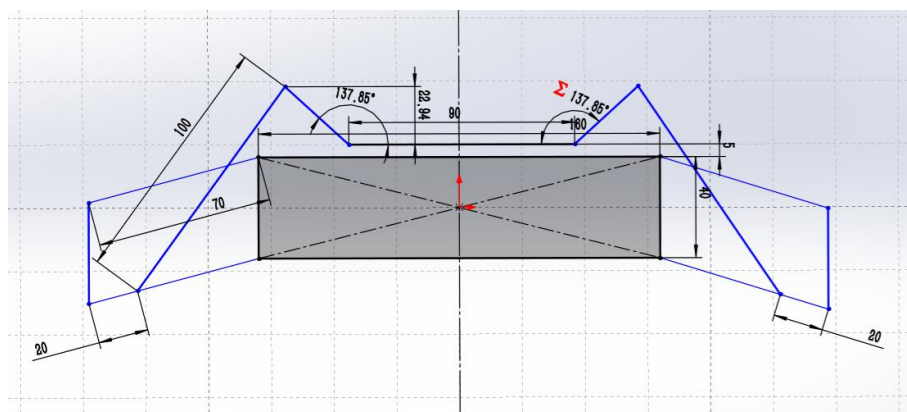


图 2.1.1.1 悬挂上连杆草图图

2.1.1.5 设计分析

悬架参数

- (1) 静挠度_车辆满载时悬挂载荷与悬挂刚度比值
- (2) 固有频率_汽车前后悬架与其弹簧上质量组成的振动系统的固有频率
- (3) 动挠度_从满载静平衡位置开始到悬架上跳极限时，车轮中心相对车架的垂直位移

(4) 四轮定位参数_保证车辆行驶时有保持直线行驶的能力(汽车转向轮设计考虑几个角度_主销后倾角, 主销内倾角, 外倾角, 前束角, 统称四轮定位参数)

- 悬架 K&C 特性_K 是悬架运动学特性, C 是悬架弹性运动学特性, 统称 Kinematics&Compliance
- 倾侧中心高度计算_反向轮跳试验数据计算倾侧中心高度(根据车轮印记中心垂向位移及侧向位移关系曲线曲率计算)
- 抗点头系数_根据平行轮跳试验数据计算抗点头系数, 根据车轮印记中心垂向位移及纵向位移关系曲线计算计算点 A 点和高度 B, 抗点头系数为 B/H。

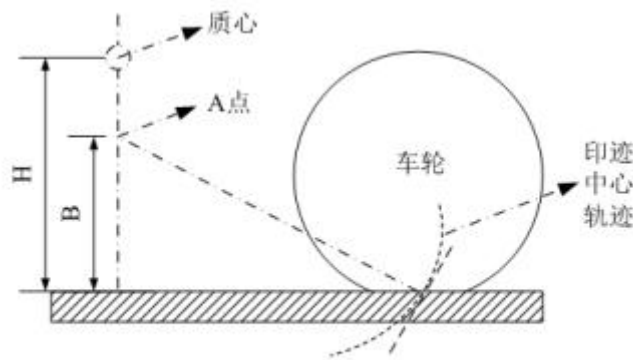


图 2-6 抗点头系数

- 阿克曼转角_通过转向实验计算阿克曼转角, 已知测试车辆的轮距 Yf 和轴距 WB, 那么根据左侧车轮转向角 ϕ_R 计算车辆转弯半径 (turn radius), 根据测试车辆轮距 Yf 和转弯半径 Tr 计算阿克曼转角即可。

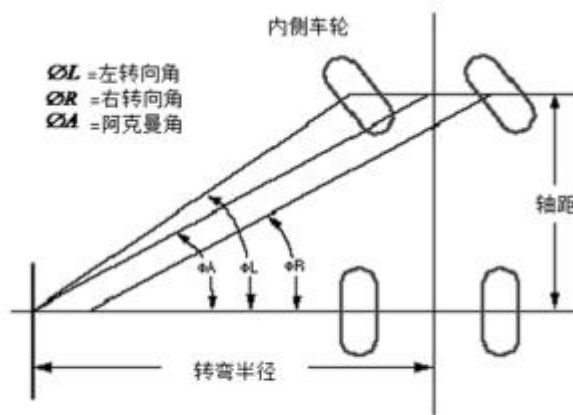


图 2-7 阿克曼转角

2.1.2 云台结构方案分析

2.1.2.1 目标分析

22 赛季三维场地还没有，用 21 赛季的三维场地图大致测得：从狙击点到基地距离为 20m+。大致有了一个距离概念，分析吊射需求至少要保证 20m 弹道的稳定性。

2.1.2.2 发射机构理论分析

其实理论上来说，忽略影响比较小的因素，在仰角四十五度的时候，16m/s 的初速度能打到 26m，也就是说距离是足够的。吊射最大的问题还是在弹道的稳定。弹道的影响我们觉得主要在：弹丸发射前的一致性，对弹丸的加速，弹丸打出后的稳定。三个方面也就是对应着发射弹丸的前、中、后阶段。

1. 弹丸发射前的一致性这一点也就是发射前限位的影响。在网上看了各种各样的开源，说明文档里好像都侃侃而谈，很有道理，十分优秀……目前也是在思考这一部分的改进。包括一些新的方案，做一个能电控控制的类似摆轮的机构来保证这一端弹丸的一致性。

2. 对弹丸的加速要么是比较大的改动，比如换方案，比如说官方之前有一期圆桌讲的用皮筋发射大弹丸“移动飞镖架”的方案等等，要么就还是对摩擦轮的改动。改摩擦轮的话，摩擦轮外缘直径，包胶高度（不是径向厚度，是沿轴向的高度），拨弹速度和对位，限位硬度等等许多都需要测试。

3. 弹丸打出后的稳定，主要就是怕弹丸出去后擦碰到测速枪管。虽说理论上弹道稳得话是不会碰到枪管的。但其实感觉弹丸打出去后还是有一些后坐力的，也就是说云台可能会抖一下，云台抖的过程可能就不是弹丸擦枪管，而是枪管主动碰弹丸了，这样肯定也是会有影响。

根据上述方案分析，从“稳中求胜”的原则出发，我们认为应该先从尝试对现有方案的改进开始，也就是先从对摩擦轮的改进开始，围绕这几个影响因素，在逐步探索优化的过程中思考，发掘更优秀更完善的方案。

2.1.2.3 云台优化 yaw 轴部分

通过 8 个螺栓将一系列零件串起来，其中需要将交叉滚子轴承塞进外加工件中，内加工件塞进交叉滚子之中。加工时严格注意装配公差，交叉滚子轴承公差一般为 0 到-2 丝（即为 0 到-0.02mm），装配式必须满足交叉滚子内圈夹紧，随 yaw 轴旋转，外圈夹紧，靠过盈配合和夹紧止动。在初步的设计中，因为设计问题，这部分的螺栓需要穿过垫高用的铝管，很容易把铝管拧变形，而且防松螺母在铝管中间，不好安装，可以在后续改进。

yaw 轴传动通过 2 个螺栓将同步轮安装在 6020 中的加工件上，使用 6020 电机传动，传统型类似上交云台设计，后通过同步带传动实现，1:1 传动比传动，同步带轮厚度约为 8mm，使用 6 或者 6.5mm 厚度的同步带，5M-420 型号的同步带即可。

优点：安装简单，零件数量少，体积小，稳定可靠，性能优秀，不建议在没有完全了解时进行改动。

缺点：小直径的交叉滚子轴承的启动力矩较大，但是可以通过除去润滑脂的手段进行改装，去年分区赛英雄上装配的是除去润滑脂的轴承，yaw 轴阻力较小。需要拆除电滑环并进行切割，可能对电滑环性能造成影响，严格注意电滑环切割时的状态。加工件有一定加工难度和公差要求出图和厂家必须靠谱，攻丝深度较大，对部分厂家有难度。结构紧凑，相对而言拆卸不易，但是实际使用并无太大问题。

2.1.2.4 云台优化链路部分

以三部分为主，云台支架和前后的轴承构成了主要部分。

一：两侧的板材和轴承装配，保证轴承能够顺滑转动。

二：板材和铝柱用双头螺柱连接起来。

三：将 pitch 轴的加工件装入云台支架和链路外侧板，然后将链路外侧的板材和云台支架板进行装配，注意云台支架上有沉头孔，需要做出来之后进一步加工。

2.1.2.5 云台优化 Pitch 轴部分

使用 6020 驱动，为配平重心，将 6020 使用平行四边形连杆后置，将电机和三层板以及连杆进行装配，装配中建议使用塞打螺栓。装配难度很低，但是要注意轴承之间要保证外圈止转，内圈随动，具体是通过螺栓和垫片将轴承内圈缩紧，控制垫片内径与轴承内径一致，外圈不能超过保持架，不能触碰到轴承外圈。链路轴承部分共有 3 层板材，中间的板材为 2mm 厚，轴承 1.5mm 厚，有效提供轴承转动空间，不需要顶住轴承内径。

链路末端的 pitch 轴位置并不是水平延伸，而是有一定仰角，这样就有效增加了炮管仰角（如果炮管仰角过大，链路与炮管衔接的位置（出弹口）就会产生很大的阻力，容易卡弹，所以改变出弹口的指向可以间接改变俯仰角的范围）。

2.1.2.6 云台部分总体补充

1. 小电脑（NUC）安装位置进行一些改善，利于保护壳安装和网线插拔。
2. 摄像头保护壳下面的铝排严格按照图纸设计，拓扑优化打孔，尽可能对称设计，而且摄像头保护壳还有进一步优化的空间，包括云台整体的电气部分。

3. pitch 轴电机传动，采用平行四边形结构，有效增加 pitch 轴后方重量，后移重心，连杆会降低响应，但是板材这样放置比较不易形变，降低量可以忽略不计。

2.2 硬件方案设计

硬件的设计主要分为底盘和云台两个部分。

2.2.1 底盘硬件部分

底盘部分主要包括底盘控制器、超级电容控制器、超级电容组和其他辅助模块。底盘控制器主要的作用是和各个外设进行通信，包括电机、云台、裁判系统和超级电容控制板等，因此我们具有两个 CAN 控制器的 STM32F105RCT6 作为主控芯片，板上集成 CAN、串口等通讯外设及扩展 IO 口。超级电容控制器的主要在于根据底盘实时功率和限制功率，控制底盘的功率分配，最大限度的利用超级电容的能量。

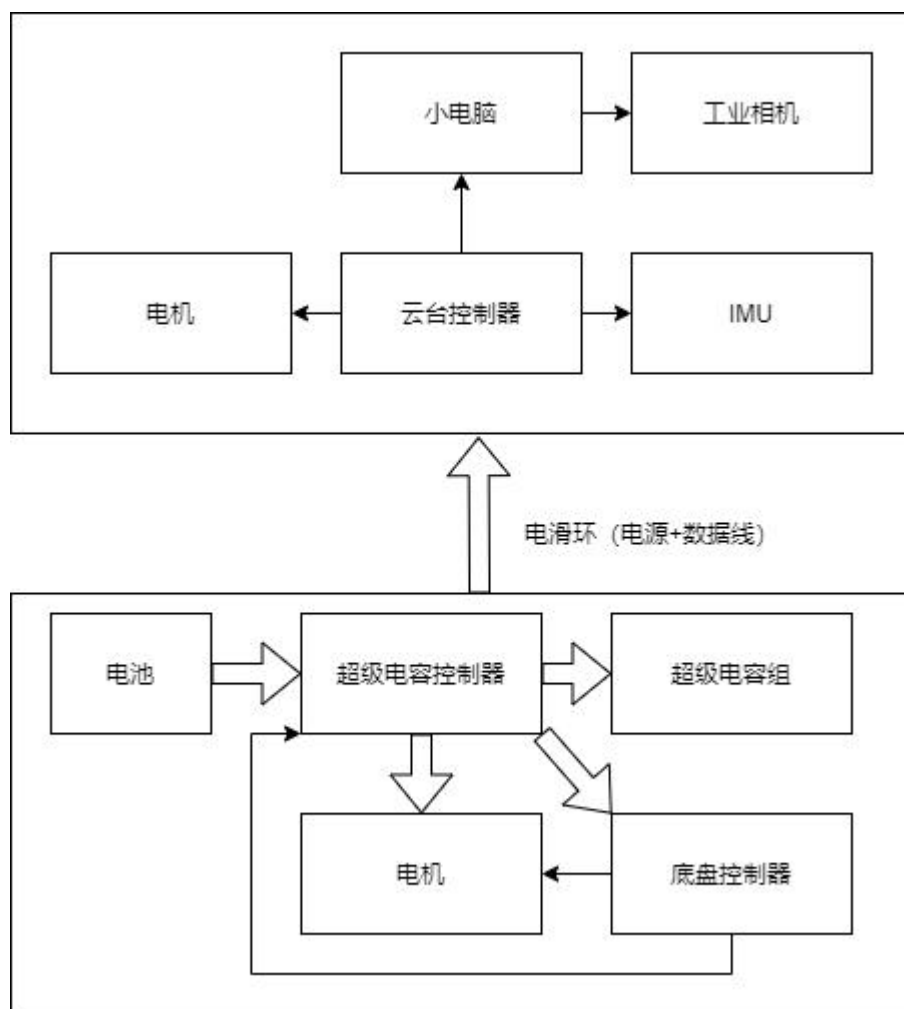
控制器我们选择了 STM32F334 系列芯片作为控制器，其上搭载了高分辨率定时器 HRTIM，配合 MOSFET 构成的 Buck-Boost 电路，可以实现更加灵活和精确的电压电流控制，提高超级电容的效率和利用率。超级电容组包括 10 个 50F 的超级电容串联起来构成，每个电容器两端均含有过压保护芯片，当超级电容过压时，芯片会迅速做出反应，将多余的能量以热量的方式释放出去。其他辅助模块包括分电板、继电器等。

2.2.2 云台硬件部分

云台部分主要包括云台控制器、IMU 模块、恒流驱动装置、小电脑等。云台控制需要高精度、高实时性，为此我们选用了性能更高的 STM32F427VIT6 作为控制芯片，其主要作用是通讯功能和部分运算功能，负责与底盘控制器、IMU、小电脑、拨弹电机和发射电机进行通讯，并根据 IMU 和小电脑返回的数据进行处理发射弹丸攻击敌方机器人。

IMU 模块主要用于感受云台的位置信息，并将数据返回主控制器，稳定、精确的 IMU 是机器人精准命中目标的保障。横流驱动模块主要是驱动 LED 使弹丸发光，团队自主设计的横流模块符合比赛的要求、运行稳定且成本更低。小电脑配合工业相机能进行更加复杂的图像信息处理，实现自瞄等更加复杂的功能。

2.2.3 硬件整体框图



2.2.4 单板硬件说明

单板	设计需求	风险评估
底盘控制器	和各个模块通讯稳定、抗干扰能力强	
云台控制器 (C 板)	通讯稳定、工作正常	
超级电容控制器	能根据实际情况正确的切换不同的模式、能够充分利用电容的能量	
IMU 模块	稳定的返回可靠的位置数据、噪声和漂移小	
超级电容组	存储接近理论值能量、安全可靠	电容过压容易爆炸，应做好保护电路

2.2.5 重要传感器选型说明

超级电容需要采集各个主要回路上的电流，采用 2 毫欧采样电阻将电流转化为电压信号，经过放大后输入单片机的 ADC 进行采集。由于超级电容控制板上存在 MOS 管驱动电路，电流和电压波动较大，防止信号干扰尤为重要。综合考虑，我们最终选择了电流放大器 INA240，INA240 具有增强 PWM 抑制功能，能有效抑制驱动 MOS 管时产生的 PWM 信号，并且其有四种放大倍数可以选择，使设计更加灵活。另外，这款芯片货源充足，价格合理，非常适合该应用场合。

IMU 能够返回云台的位置数据，协助完成云台的位置控制和自瞄等功能，一个稳定、噪声少的 IMU 能提高控制的精度，保证机器人射击的准确性。我们选用了 ICM20602 六轴运动传感器，并在板上集成 STM32F446RET6 高性能控制器，将 IMU 数据解算处理，并通过 CAN 通信将数据传回控制器，大幅度的减少了主控制器的运算需求，提高了主控制器控制的实时性。同时，将 IMU 分开安装也有利于机械安装和硬件布线。

2.3 软件方案设计

云台 C 板负责云台姿态传感器数据解算、云台姿态控制、遥控器数据处理、发射机构控制。

底盘采用 STM32F105 单片机进行底盘电机控制和裁判系统数据路由处理，自定义 UI。

超级电容控制板采用 STM32F334 单片机结合裁判系统数据进行底盘电流监测和补偿，实现更高效、更稳定的超级电容控制方案。

之前赛季中，姿态解算算法尝试过 Madgwick 和卡尔曼滤波等算法，效果差距不是很明显。由于英雄摩擦轮转速较高，摩擦轮的微弱偏心导致周期性振动，最终产生了拍现象，开启摩擦轮后，姿态解算的结果会出现较为严重的飘动。经过反思，该现象可能为前置滤波截止频率与数据采样频率不匹配导致的数据失真导致，后续需要对 IMU 的数据采集进行更多研究，保证数据采集的有效性和科学性。

云台控制尝试使用自抗扰控制 ADRC 算法进行控制，抗干扰并提高控制精度。

英雄吊射采用独立模式，该模式下云台控制采用 IMU 数据与电机编码器数据融合的控制方法，参数整定以提高精度为主要目标，在之前的赛季中，吊射模式有效提高了英雄远距离进攻敌方建筑时的命中率。

英雄加装俯角摄像头用于吊射时的识别，结合视觉识别算法，将有希望实现更快的吊射

瞄准过程，同时能够一定程度上缓解 IMU 的 Yaw 轴数据飘移和底盘运动对吊射精度的影响。

2.4 算法方案设计

英雄远距离吊射，云台仰角必然非常大，需要加装不随云台 pitch 轴运动的相机。

因为是定点打击问题，所以只需要确定装甲板相对于机器人的两个空间自由度即可，即 yaw 轴和 pitch 轴，而深度信息是已知的。

2.4.1 识别方案

使用长焦相机，实现对远距离的装甲板的识别。

采用的是传统视觉与深度学习结合的方案：先由传统视觉二值化图像、提取灯条、由灯条根据几何关系匹配装甲板并对装甲板评分，再将装甲板的 ROI 送入识别数字的网络模型过滤（排除误识别的装甲板），最后选出误差分数最低作为待击打装甲板。

一张好的图片胜过一个好的算法，因此拍照参数设置十分重要，传统视觉的痛点在于需要根据场地环境调节参数，具体来说就是曝光和二值化的阈值。相机设置如下，光圈拧到最大，从而在达到相同图像亮度的情况下获得更短的曝光时间，进而提高帧率；实现自动曝光算法，使得获取的图片亮度在一定范围内；模拟增益拉到最高，一是尽可能减少曝光时间从而提高取图帧率，二是使得发光体在图像中更加明显，从而阈值可以取到非常高，在上个赛季中我们的阈值基本维持在 220、230 左右，这样操作还有一个优点就是可以防止过曝给灯条的提取造成影响，即使在过曝的情况下，光晕的灰度值与真正的发光体还是有较大的区别，通过高阈值筛选即可很好的提取灯条。

2.4.2 吊射反馈

仰角过高的缺点是操作手无法得到射击反馈。因此我们计划通过帧差/光流/RGB 阈值法等算法识别大弹丸，通过计算速度突变点获得大弹丸落点，从而实现辅助对吊射偏差的计算和校正。

2.5 测试方案设计

机械、硬件关键结构在设计前期即进行需求分析和仿真验证。实际装配完成后对关键性能进行精度测试、耐久测试，通过数次迭代保证机械结构性能有效且满足需求、硬件稳定可靠。

电控控制逻辑复杂，设计实现各个功能模块时可以分别对自身所有功能进行可靠性测试，最终联调结束后还需要经过大量实战测试，保证各异常处理正常发挥作用，局部出现故障时尽可能维持其它模块的正常工作。

视觉算法复杂，对精度要求高，测试时应按照程序设计的逻辑层层验证，必要时需要制作合适的测试机构并设计科学的测试方法，将程序各层分别进行精度分析和改良后再进行整体联调和稳定性测试、按照效果进行综合优化。

2.5.1 测试方案细则

对于大弹丸弹道的改进与测试选择性较为多样复杂，初步方案是通过对于摩擦轮轮毂的修改来提升大弹丸的弹道精准度。在测试弹道时也就需要把更多的目的放在摩擦轮的修改参数、安装位置间距、包胶整体硬度等等一些因素上，从而求解出最佳的修改后的摩擦轮方案。

先是列出可能的合理参数范围，然后进行较为均匀的参数挑选，从而得到要进行测试的摩擦轮具体类型。因为我们毕竟是高校系列的学生机器人制作竞技，不能单纯为了一项测试把过量的资金全部投入在这上面，摩擦轮的制作需要加工件轮毂和包胶，同时每次测试进行发弹更是需要一对摩擦轮来进行，所以在初步的摩擦轮测试选型上我们准备选择四种类型，然后在四种类型中进行各自的测试，对比各自弹道最好的结果来确定哪种类型为目前的最佳方案。在这期间最为重要的是对四种摩擦轮进行各自的测试，因为是新的摩擦轮参数，对其适合的弹丸压缩量，也就是摩擦轮间距并不清楚，而且每种间距做一块板子难免会有浪费，每次摩擦轮的位置变化大弹丸的打出位置的枪管加工件还有被摩擦轮擦到的风险，在这方面的测试可能会比较烧钱。

这里我们决定将大弹丸的弹道测试机构单纯模拟为云台的发射端，也就是不再多加其他的部件机构等，而摩擦轮的间距改变通过一块较厚的板子来进行集成式测试。安装电机的孔位四个孔一组，四个孔的位置通过向一侧的旋转来避免与上一组的孔出现干涉，同时每组孔的点画线圆圆心逐渐在同一条水平线上向外侧偏移，最终就实现了在同一块板子上集成式准备了多组不同间距的点击安装孔。在对每一种摩擦轮类型的测试时，既要观察好改变哪个参数时弹道的明显变化，也可以同时做好记录，留下更多的实测数据，便于后期总结。比如使用某种新摩擦轮后尽量记下每次的测试弹丸数量，不仅要记录下较为精准的弹丸痕迹数目，还要记录下所有打出的弹丸数，包括打飞的弹丸，这样在后期当摩擦轮出现磨损时可以查一下已经打了多少发弹丸了，也就对这类新摩擦轮的耐磨程度有了一个相对准确的认知。这些比较小的地方可能并没有留意就过去了，虽然也能完成弹道测试的主要任务，但是如果更在

意一些细节可能会使测试项目整体有更加完善的收获和总结。

3. 项目进度计划

2021. 10. 25-2021. 11. 25 一代图纸设计；云台控制代码实现；拍摄数据集；辅助吊射算法设计；控制板设计与制作

2021. 11. 26-2021. 12. 26 一代车实物制作；机器人布线；吊射功能测试与改进

2021. 12. 27-2022. 01. 20 电控视觉联合调试；中期形态拍摄

2022. 02. 20-2022. 03. 25 弹道测试；测试辅助吊射自瞄；操作手训练

2022. 04-2022. 05 二代图纸设计；算法优化；性能与稳定性测试；分区赛准备

2022. 05-2022. 08 三代图纸设计；算法优化；性能与稳定性测试；国赛准备

4. 赛季人力安排

云台： 机械：老队员 1 人、新成员 1 人

电控：老队员指导、新队员 1 人

底盘： 机械：老队员 1 人

电控：老队员指导、新队员 1 人

硬件：老队员指导、新队员 1 人

软件： 老队员指导、新队员 2 人

自瞄： 视觉：老队员 1 人、新队员 1 人

电控：新队员 1 人

4.1 团队架构设计

角色	职责职能描述	人员要求	人数
机械	图纸设计，实物装配	新队员+老队员	3
电控	车体控制，代码优化	新队员+老队员	2
硬件	线路连接，联合调试	新队员+老队员	2
视觉	运动预测，算法优化	新队员+老队员	2

4.2 团队建设思路

团队崇尚“技术第一、乐于奉献”，吸纳学校各个专业的同学加入，着力于培养队员们的专业能力，着重提高队员们的技术水平。

在机械结构设计方面，吸引学校机械设计与机器人专业的同学加入我们的团队，提供平台让大家有机会将课上所学的理论知识在实际中应用，进一步提高自己的专业能力，同时团队对成员进行各方面培训，让大家的能力得以快速提高。

在嵌入式控制与硬件设计方面，吸纳学校自动化、电子信息、测控、电气等相关专业的同学，大一以智能车比赛为平台让大家进行单片机等基础理论知识学习，大二选拔有技术、有能力、有热情的同学加入我们。

在视觉识别方面，我们同样采取大一以智能车比赛为平台让大家进行基础理论知识学习，大二选拔有技术、有能力、有热情的同学加入我们，今年我们的目标是尝试新算法，优化已有的算法，解决去年出现的识别、预测存在误差的问题，做到精准识别，与电控、机械配合做到精准打击。

在运营宣传方面，以经济管理类的同学为助力，完成实验室日常运营工作，如定期推送、团建、小卖部运行等，进一步提高团队在校内外的影响力，让更多人了解 HERO，同时培养赛务组队员们的组织协调、招商运营等综合能力

5. 预算分析

预算分析主要包括：物资需求+场地需求。物资需求见表 3.1，场地需求如下。

由于机器人设计、研发、制作等工作完成之后操作手需要模拟实战训练，以及稳定性，持久性等的各项参数的测试，需要独立搭建测试场地。场地的搭建需要提前进行设计以及物资的采购、制作等工作，也需要学校的场地、资金等支持。

5.1 预算估计

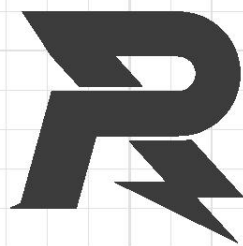
英雄	机械组	电控组	硬件组	视觉组
云台	碳纤维及玻璃纤维板材 3D 打印耗材 摩擦轮加工包胶 机械标准件 6061 铝合金加工件	云台控制板 6020 云台电机 陀螺仪 摩擦轮电机电调	走线所需线材	无
底盘	铝合金型管材 铝合金加工件 标准型号连接件 裁判系统 碳纤维及玻璃纤维板材 避震器	底盘主控板 3508 电机 C620 电调 陀螺仪 2006 电机 C610 电调	超级电容组、超级电容模块、走线所需线材	无
自动射击	无	无	无	Manifold 2、高帧率工业相机

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	100000	科技立项，资金申请等
招商赞助经费		

6. 技术方案分析参考文献

参考文献	收获点分析
上海交通大学-云汉交龙-2022 赛季规划	赛季整体规划上的学习
华南理工大学+华南虎+规划文档	资金规划，目标需求的学习
同济大学 SuperPower 战队规划文档	规则分析，项目改进的学习



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