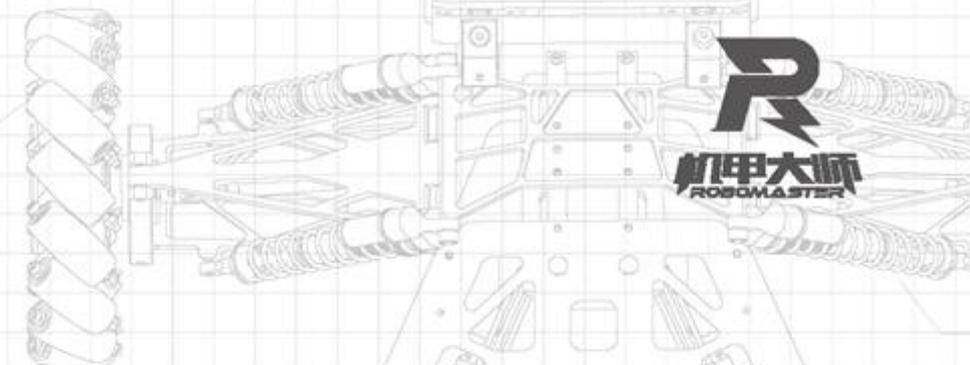
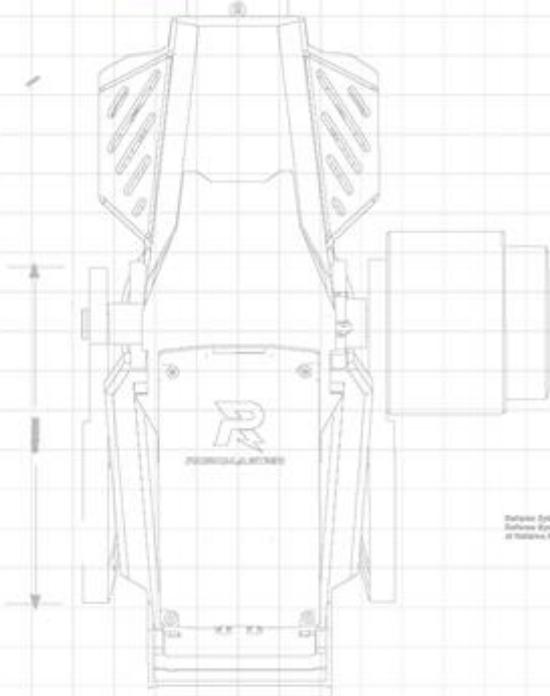




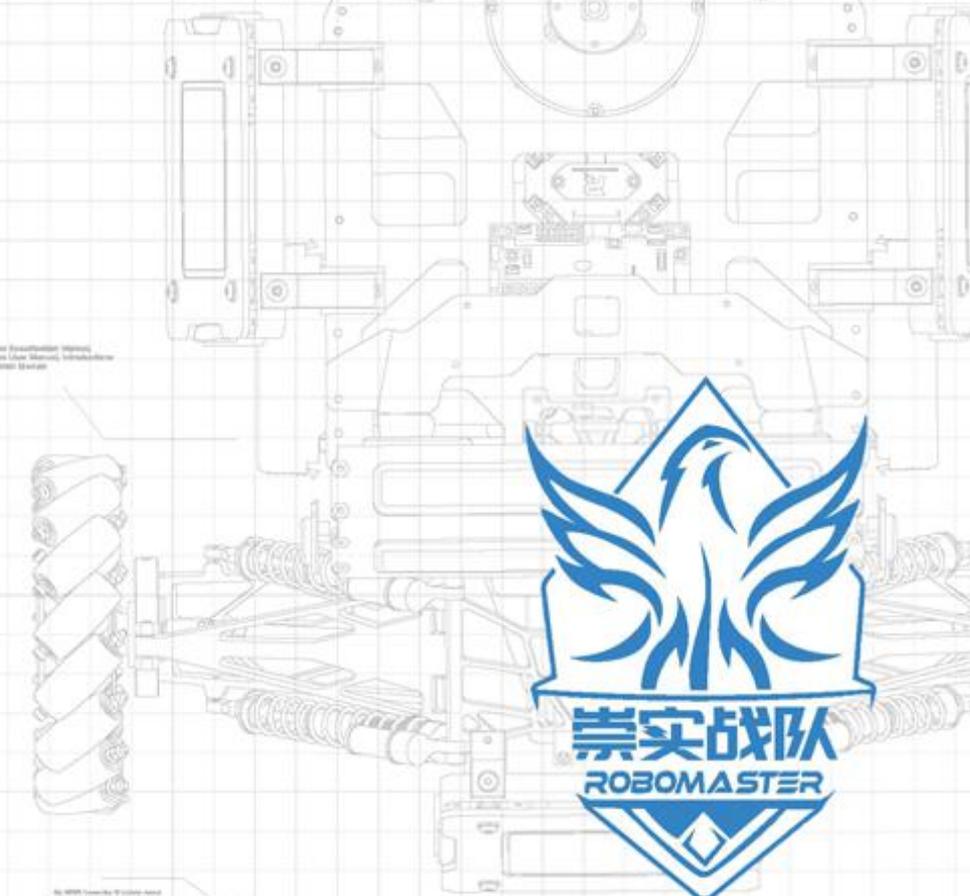
Figure 11-10 Motor Drive Side and
Control System Structure (2022). The
structure of the motor drive side and
control system is shown in the figure.



Structure design of the RoboMaster
chassis (2022). The structure of the
chassis is shown in the figure.



Structure design of the RoboMaster
chassis (2022). The structure of the
chassis is shown in the figure.



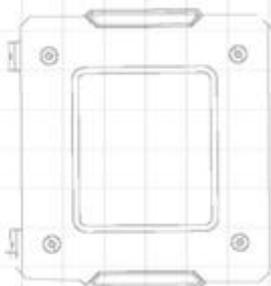
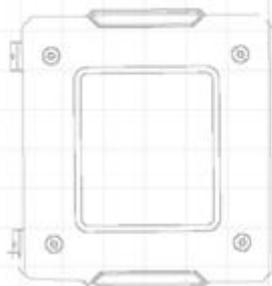
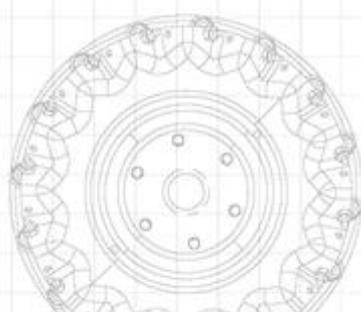
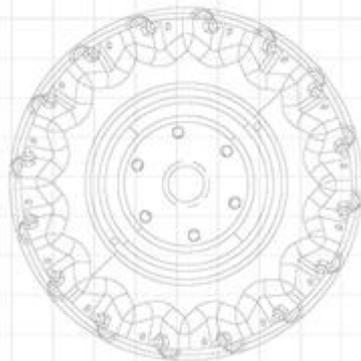
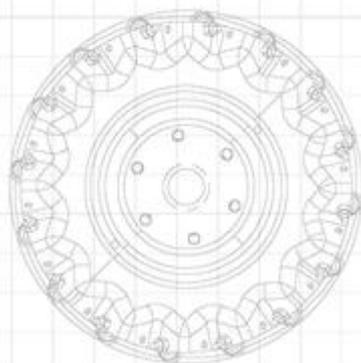
第二十一届全国大学生机器人大赛

ROBOMASTER 2022

高校单项赛

武汉大学

赛季规划



目 录

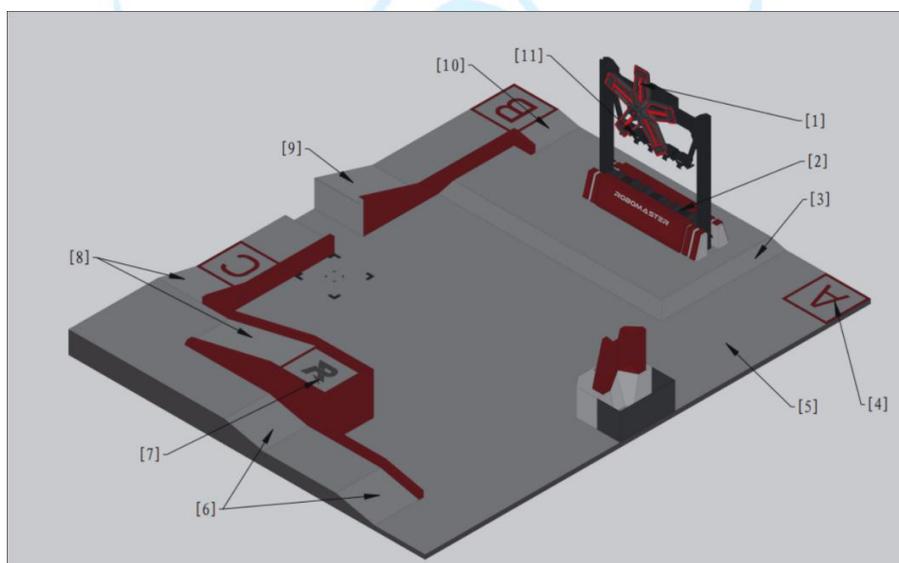
1. 规则技术点分析.....	1
2. 技术方案分析.....	3
2.1 机械结构方案设计.....	3
2.1.1 车身总体框架图.....	3
2.1.2 新底盘设计.....	4
2.1.3 新发射机构与云台设计.....	5
2.2 硬件方案设计.....	7
2.2.1 硬件整体框图.....	7
2.2.2 单板硬件说明.....	10
2.2.3 重要传感器选型说明.....	11
2.3 软件方案设计.....	12
2.3.1 软件方案设计框架.....	12
2.3.2 软件测试和调试方案.....	13
2.4 算法方案设计.....	14
2.4.1 算法方案及原理.....	14
2.4.2 任务及目标分析.....	15
2.4.3 程序运行基本流程.....	16
2.4.4 目标识别算法的比较.....	16
2.5 测试方案设计.....	17
2.5.1 总体测试方案设计思路.....	17
2.5.2 机械测试方案.....	18
2.5.3 算法测试方案.....	18
3. 项目进度计划.....	20
4. 赛季人力安排.....	22
4.1 团队架构设计.....	22
4.1.1 团队组织架构.....	22
4.1.2 人员分配及职责要求.....	23
4.2 团队建设思路.....	23
4.2.1 队伍共同目标概述.....	23

4.2.2 队伍核心文化概述.....	24
4.2.2 团队基础建设.....	25
4.2.3 人力资源需求分析.....	31
4.2.4 队员招募.....	31
4.2.5 团队文化建设.....	33
4.2.6 队伍传承规划.....	33
5. 预算分析.....	35
5.1 预算估计.....	35
5.2 资金筹措计划.....	36
5.2.1 预算管理.....	36
5.2.2 物资购买流程.....	36
5.2.3 财务记录方案.....	37
5.2.4 发票报销流程.....	38
6. 技术方案分析参考文献.....	40



1. 规则技术点分析

步兵机器人作为赛场上最为灵活的机器人，在比赛赛场上有一系列要求：如必须要足够灵活并要有一定爆发力，让步兵可以快速做出反应；动力必须充足，满足持续的打击所需要的能量；底盘结构稳定轻巧，容易装拆，满足灵活性的要求等。步兵机器人从启动区 A 出发，依次占领场地中 B、C 三点，最后占领 D 点，在 5 倍枪口热量冷却增益下使用 17mm 弹丸激活能量机关完成任务，并主要以完成时间多少进行排名。在 2022 赛季比赛规则做出如下修改：能量机关激活点设置有旋转起伏台。即在比赛中，能量机关激活点（D 点）会进行旋转上下起伏。



- [2] 能量机关 [2] 资源岛底座 [3] 15° 坡 [4] 启动区 (A 点) [5] 地面 [6] 13° 坡
- [7] 能量机关激活点 (D 点) [8] 13° 坡 [9] 17° 坡 [10] 13° 坡 [11] 机械爪

图 1-1 步兵竞速与智能射击场地模块轴测图

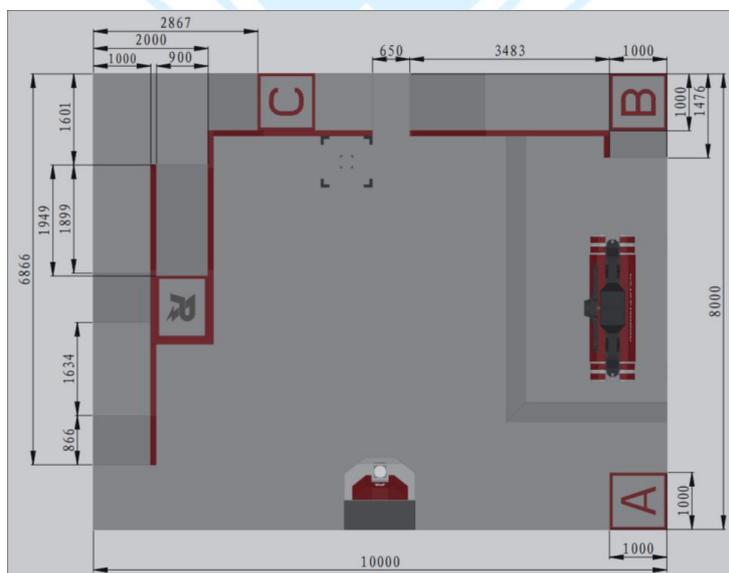


图 1-2 步兵竞速与智能射击场地俯视图

由上述挑战任务，我们发现步兵竞速与智能射击存在两个关键要素：行驶速度与射击精准度。通过对场地的分析，机器人从启动点抵达发射点的路径有两条，一条为从 B 点经过飞坡抵达 C 点，再到达 D 点发射点，另一条为到达 B 点后跨越地图对角线从另一个坡道上去抵达 C 点后再到达 D 点。作为一个竞速项目，前者是较好的选择。

在忽略旋转起伏台的前提下（旋转起伏台的参数还未给出），从 A 到 B 再到 C 的最短路径上，一共存在 5 个坡道，1 个断桥，这要求步兵机器人在限定功率内拥有足够的动力与优秀的悬挂结构。能量机关装甲板最高点高为 2969mm，最低点为 1369mm，步兵机器人所在平台高度 945mm，故步兵机器人需要在不超过限定高度的情况下将炮台仰角提高到可以击中任意高度的装甲板。

场地重要信息如下：

表 1-1 步兵竞速与智能射击场地信息表

斜坡信息	
A 点至资源岛	15°
资源岛至 B 点	13°
B 点至 C 点	15°
C 点至 D 点	15° × 2
高度信息	
D 点（发射台）	945mm
能量机关中心点	2169mm
能量机关最高点	2969mm
能量机关最低点	1369mm

与此同时，步兵的发射装置也是步兵机器人完成比赛的重要方面。发射弹丸时要杜绝卡弹的情况，弹道的设计与优化和足够的爆发能力也是比赛决胜的关键。

2. 技术方案分析

2.1 机械结构方案设计

2.1.1 车身总体框架图

步兵机器人主要由铝方管和碳板组成，另外兼带有摩擦轮、螺母、电机等其它零部件。步兵机器人总体采用螺丝螺纹或者螺栓的方式进行连接，除此之外我们还运用大量连接件和插孔的方式使得碳板之间的连接和拆卸更加方便。

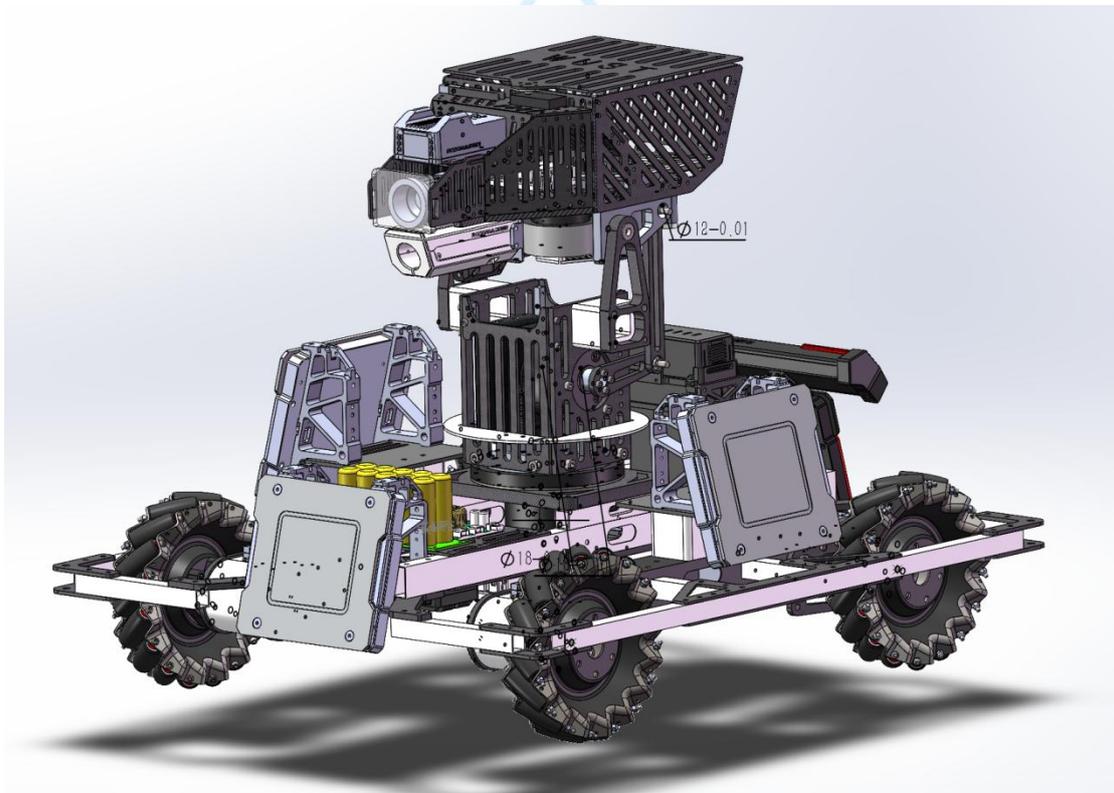


图 2-1 车身总体框架图



图 2-2 四孔连接件

2.1.2 新底盘设计

因为本次步兵机器人只参加单项赛，单项赛注重竞速，而非对抗，所以我们在机械对抗强度和轻量化设计上做了权衡。在保证基础飞坡强度的情况下我们全车框架采用 15mm 铝方管，并在合适的位置加上减重孔，底盘重量变得更轻，且可以在一定程度上对抗飞坡时的冲击。

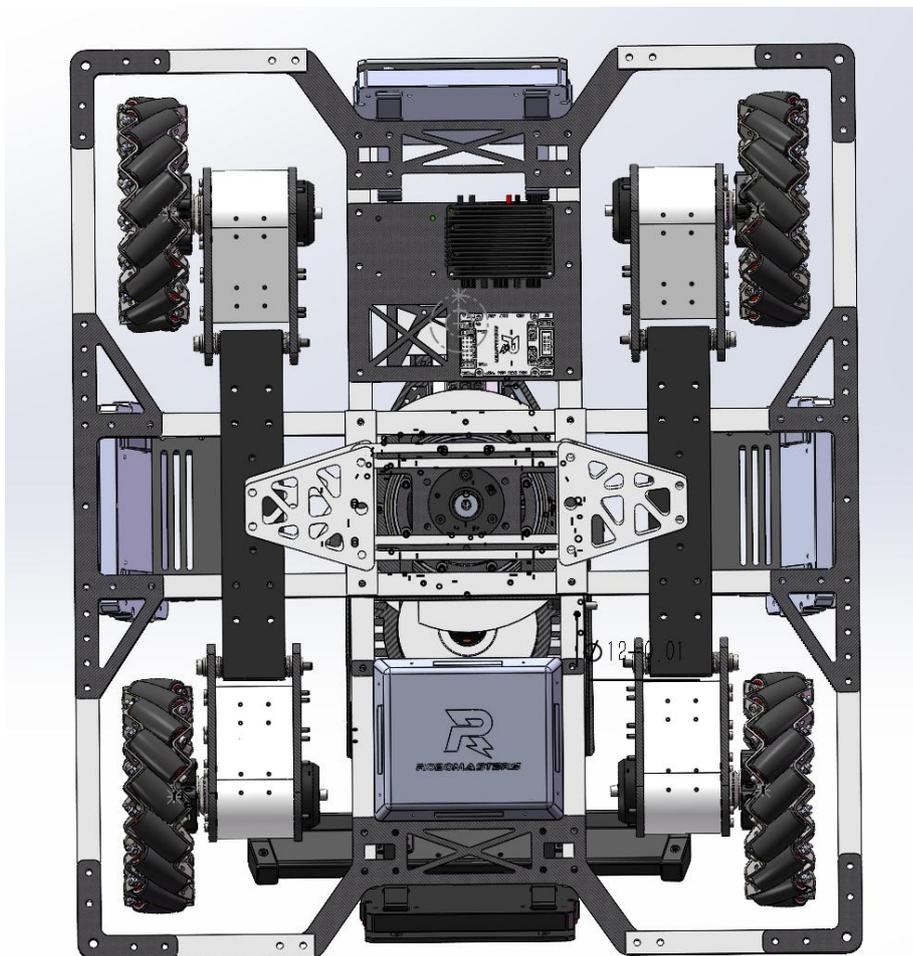


图 2-3 底盘设计

为了使车身更加稳定，我们在车轴之间加入了前后桥式悬挂，用球铰连杆引入一个自由度进行实现，在上下坡时，轮子上下移动从而保证四个轮子始终在一个水平面上，车身更具稳定性并且增加了爬坡性能。悬挂组件均采用碳板制作，通过合理的设计，经测量，该悬挂的重量略小于四个独立悬挂避震器的质量。又因相比整场比赛的五次爬坡，单项赛中飞坡仅需要一次，所以我们放弃了增加悬臂和避震器，依靠底盘机械强度抗住飞坡的冲击。

为防止 M3508 电机的转轴在受冲击时弯曲，我们参考了上海交通大学交龙战队的方案，将 3508 电机内的推力球轴承更换为同型号的角接触轴承，并采用了联轴器和锁轴器，增加轴向与径向的抗冲击与抗折弯能力，保证了轮组的稳定性。

2.1.3 新发射机构与云台设计

下面是云台的一个总体框架示意图：

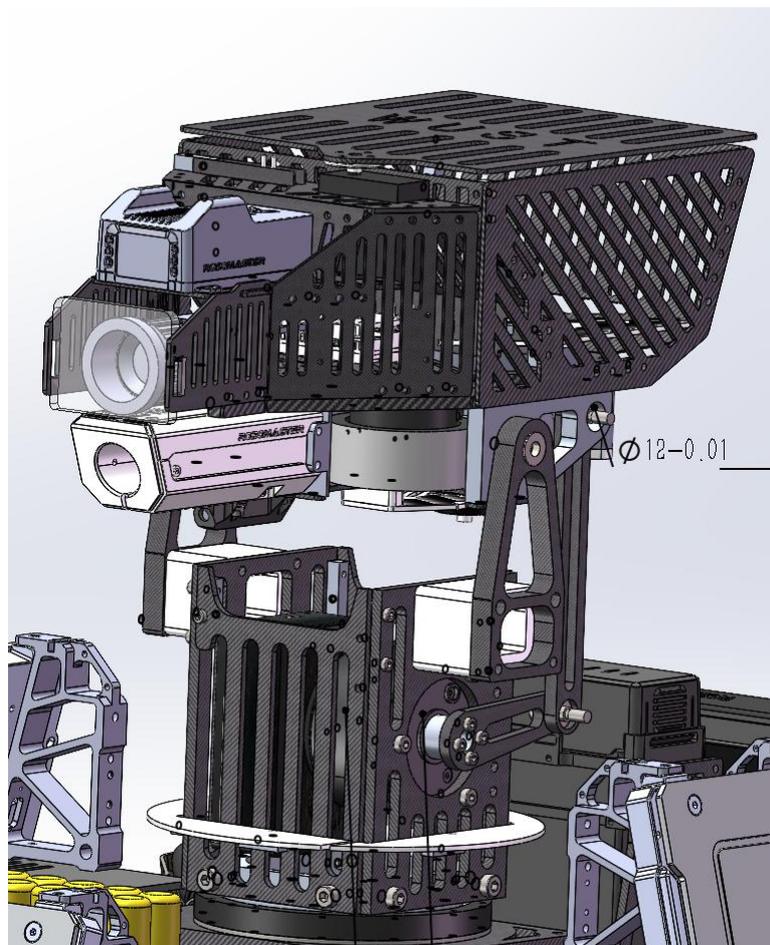


图 2-4 云台总体框架

在云台架的设计上，yaw 轴采用上下夹紧式固定 RA9008 轴承，并采用 15.5mm24 路导电滑环置于 yaw 轴 6020 内部，保证 yaw 轴在旋转时线不会缠绕在一起。Pitch 轴我们采用了连杆的传动方式，相较于 pitch 轴 6020 直接驱动，用连杆的间接驱动虽然抬高了整个机器的重心，但是使机器的俯仰角控制更加流畅，精准，走线更加灵活，美观。

在发射端我们取消了去年所使用的 snail 电机，改用去掉减速箱的 3508 电机，力矩大且有自反馈，电机发射时的掉速更容易处理，弹道更加稳定。摩擦轮采用定制 3508 聚氨酯摩擦轮，不容易包胶，耐用性好。

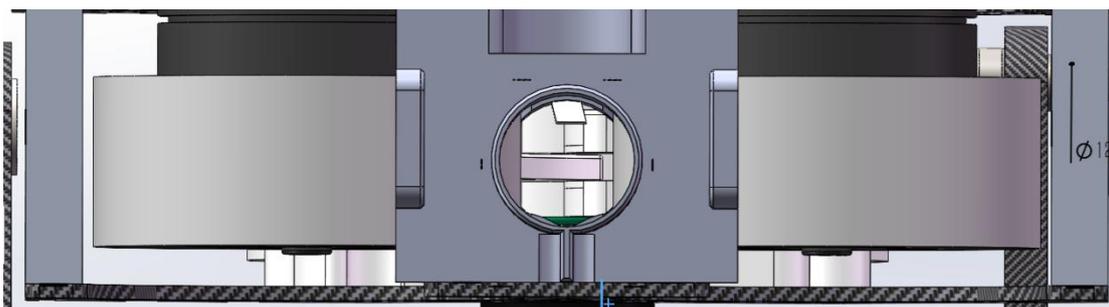


图 2-5 发射端

我们改进了去年崇实步兵的发射头，增加了一小段铝管，使铝管嵌入到测速模块中，使得发射头和测速模块之间的链接更加稳定，防止测速模块偏移。同时我们还在发射头中加装了荧光充能装置，限位开关，使发射头的功能更完善，电控组调试弹道时更直观方便稳定。

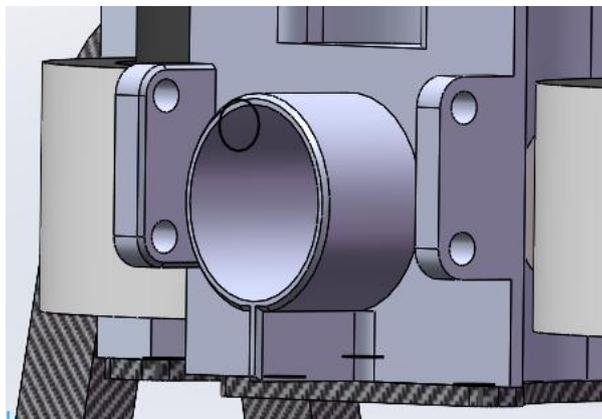


图 2-6 发射头

在发射端的组装上，碳板之间多采用这种插销的连接方式，使得螺丝用的更少，拆装更加方便，调试起来更加便捷。

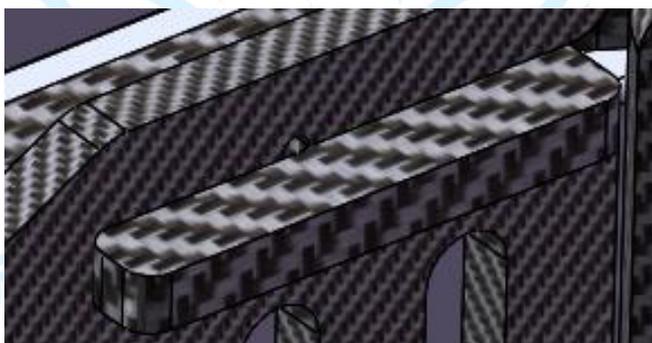


图 2-7 发射端组装方式图

今年，我们还增加了用 180 度 995 舵机驱动的弹仓盖，防止比赛中子弹从弹仓中飞出的情况。

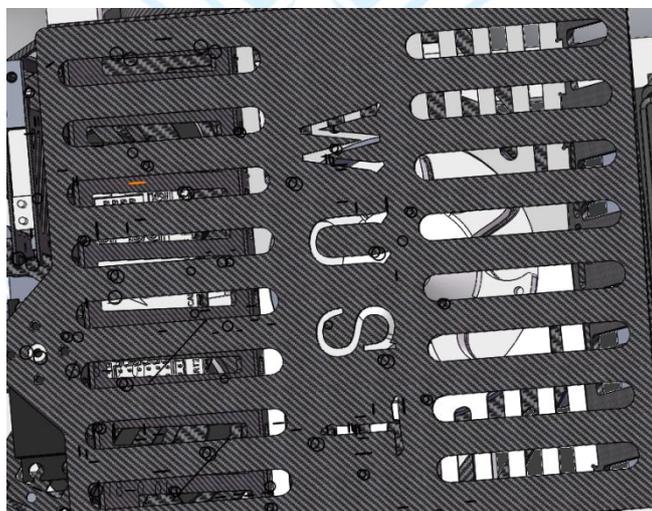


图 2-8 弹仓盖

2.2 硬件方案设计

2.2.1 硬件整体框图

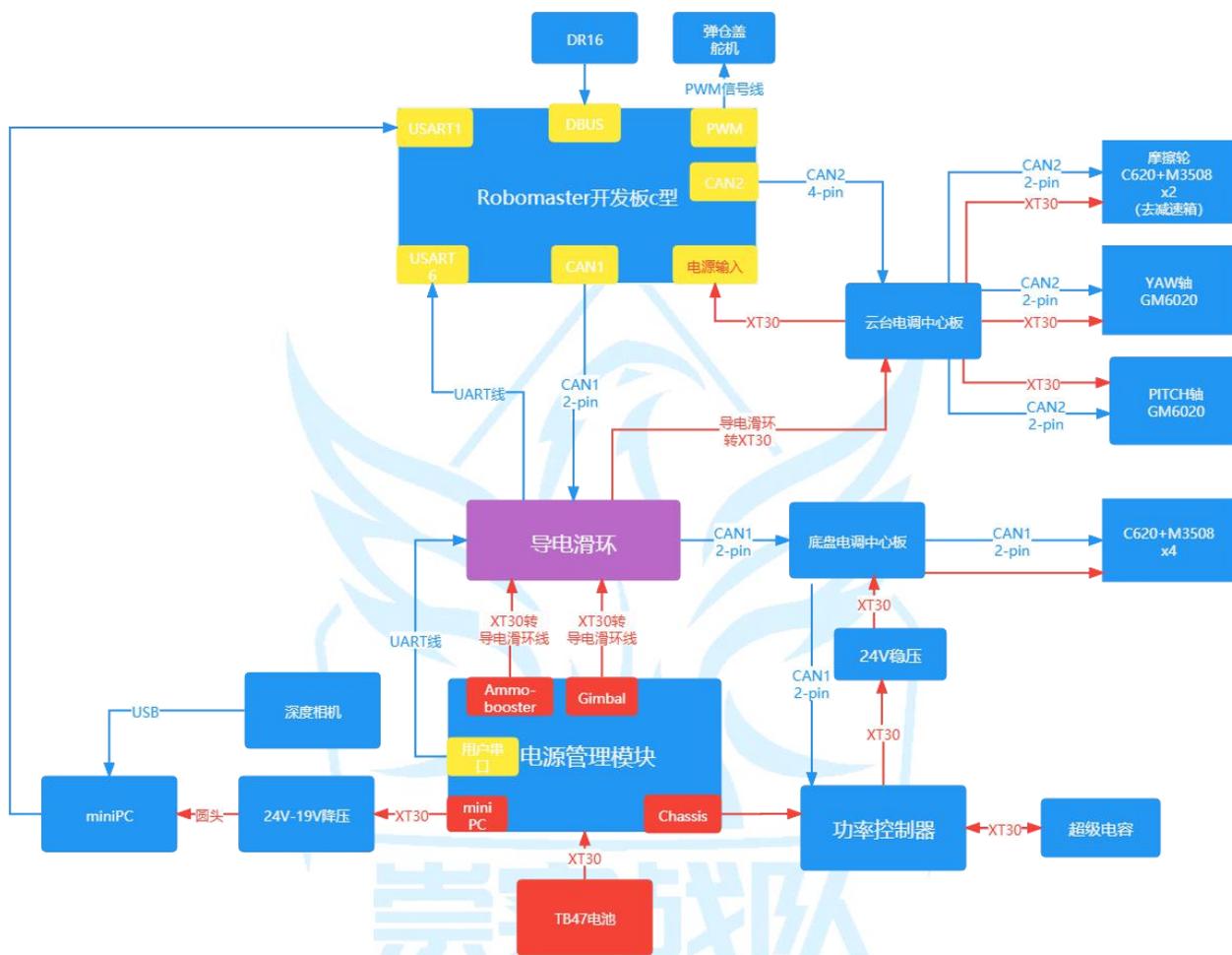


图 2-9 硬件整体框图

通过功率控制器输出端口为底盘供电，限制底盘功率，使用超级电容可以使底盘短暂地提高功率，提升速度。云台与底盘之间用导电滑环连接，使云台可以 360° 旋转。制作小陀螺模式，使装甲板不易被击中。

(一) 主控芯片：Robomaster 开发板 C 型 STM32F407IG

Robomaster 开发板 C 型采用高性能的 STM32 主控芯片，支持宽电压输入，集成专用的扩展接口、通信接口以及高精度 IMU 传感器，可配合 RoboMaster 产品或者其他配件使用。开发板具备防反接、防过压等保护功能；结构紧凑，集成度高，配套例程丰富，可广泛应用在机器人比赛、科研教育、自动化设备等领域。

(二) 目前主要使用的的接口:

表 2-1 主要接口的使用

序号	名称	接口使用说明
1	CAN 通信接口 2 个	用于发送 CAN 控制信号给电机
2	PWM 接口 1 个	用于发送 pwm 控制信号给舵机
3	UART1, 4-pin 通信接口	用于调试和接收视觉算法数据
4	UART3, DBUS 接口	用于接收遥控器数据
5	UART6,3-pin 通信接口	用于与电源管理模块通信
6	SWD 下载接口	用于 SWD 下载程序

(三) 芯片、电机、传感器选型以及原因:

表 2-2 芯片、电机、传感器选型及原因

序号	名称	选型	选型原因
1	STM32 开发板	Robomaster 开发板 C 型	高性能的主控芯片，宽电压输入，配套的通信接口，集成了高精度的 IMU 传感器，工作可靠。
2	云台 Pitch 和 Raw 轴电机	RoboMaster GM6020	电机内置位置传感器，可做位置闭环控制。位置反馈精度 13bit。通过 CAN 总线返回相关位置信息，能实现精确的力矩和位置控制。
3	摩擦轮电机	RoboMaster M3508 减速直流电机（去减速箱）	与 C620 电调搭配使用，可以精确的反馈电机转子的机械角度、转速、转矩电流、电机温度信息，反馈数据可用来做枪口速度闭环控制。
4	拨弹轮电机	RoboMaster M2006	与 C610 电调搭配使用，体积小重量轻可对拨盘的行为做精确的控制。
5	底盘电机	RoboMaster M3508 减速直流电机	与 C620 电调搭配使用，输出力矩大，控制精度高，底盘输出能力强，可实现小陀螺等底盘运动行为。
6	功率控制模组	雾列控制超级电容控制器	具有恒功率模式，通过主控 can 接口可控制输出底盘功率，并且可反馈电容电压、输入电流、输入电压、设定功率。保证底盘输出功率受限制。
7	超级电容模组	台湾 CDA 电容 1822.5J	电容 30s 左右能从 0 充满至额定电压，可保证一定时间的底盘超功率输出

(四) 通信链路设计:

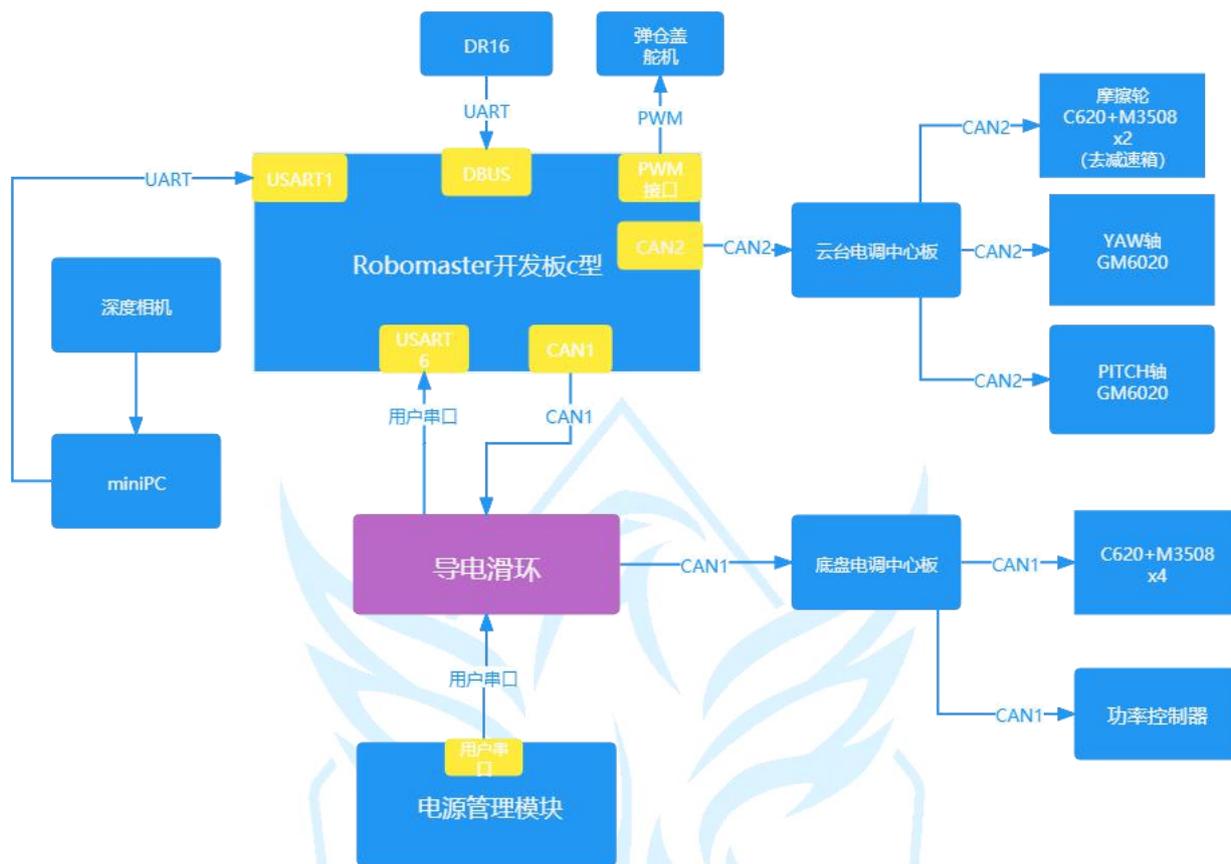


图 2-10 通信链路设计



(五) 步兵控制方案:

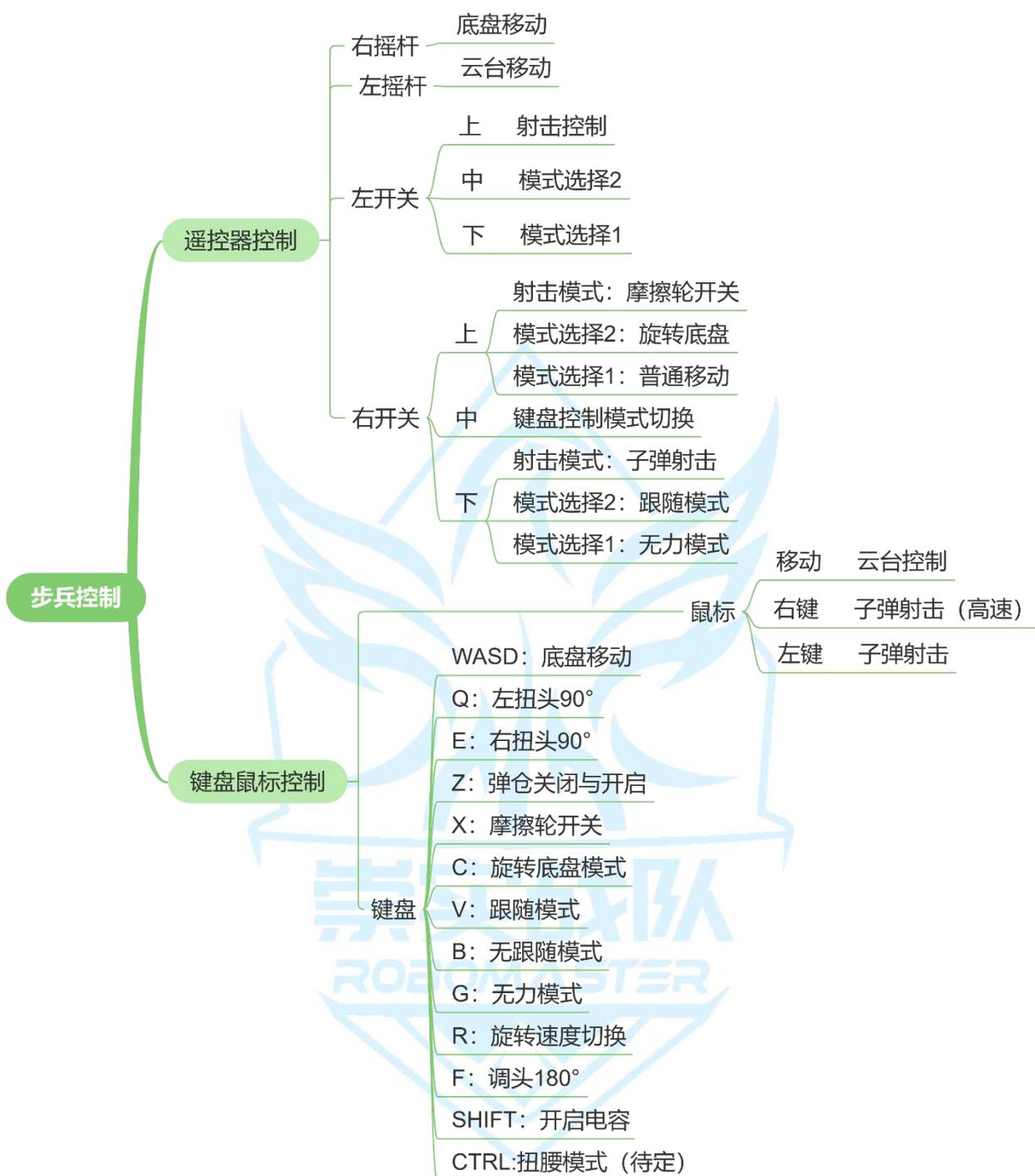


图 2-11 步兵控制方案

2.2.2 单板硬件说明

整个项目使用 1 块控制板，底盘控制器，云台控制器、电源管理等均由该主控板控制。

功能需求：能够获取云台的欧拉角，控制和获取云台与底盘的位置，具有足够的硬件接口。

可能存在风险：所有功能均由一块控制板控制，可能出现对指令反应较慢的问题。

2.2.3 重要传感器选型说明

Robomaster 开发板 c 型具有强大的高精度姿态传感器模块，能获取精确的角度信息。

如：（1）高性能六轴惯性测量单元（BMI088），该传感器具有高振动稳定性，专为无人机和机器人应用而设计。BMI088 专门设计用于有效抑制由于 PCB 上的共振或整个系统的结构而可能发生的振动。除了高振动稳健性外，BMI088 卓越的温度稳定性有助于提高估算滤波器性能，IMU 具有极宽的 24G 加速度计范围。

（2）三轴数字磁强计 (IST8310)，三轴磁传感器的集成芯片，数字控制逻辑，内置温度补偿电路和自检功能。IST8310 提供 I2C 数字输出，具有高达 400kHz 的快速模式。高输出数据速率，低滞后，温度漂移和低噪声性能功能使其成为应用的选择。



2.3 软件方案设计

2.3.1 软件方案设计框架

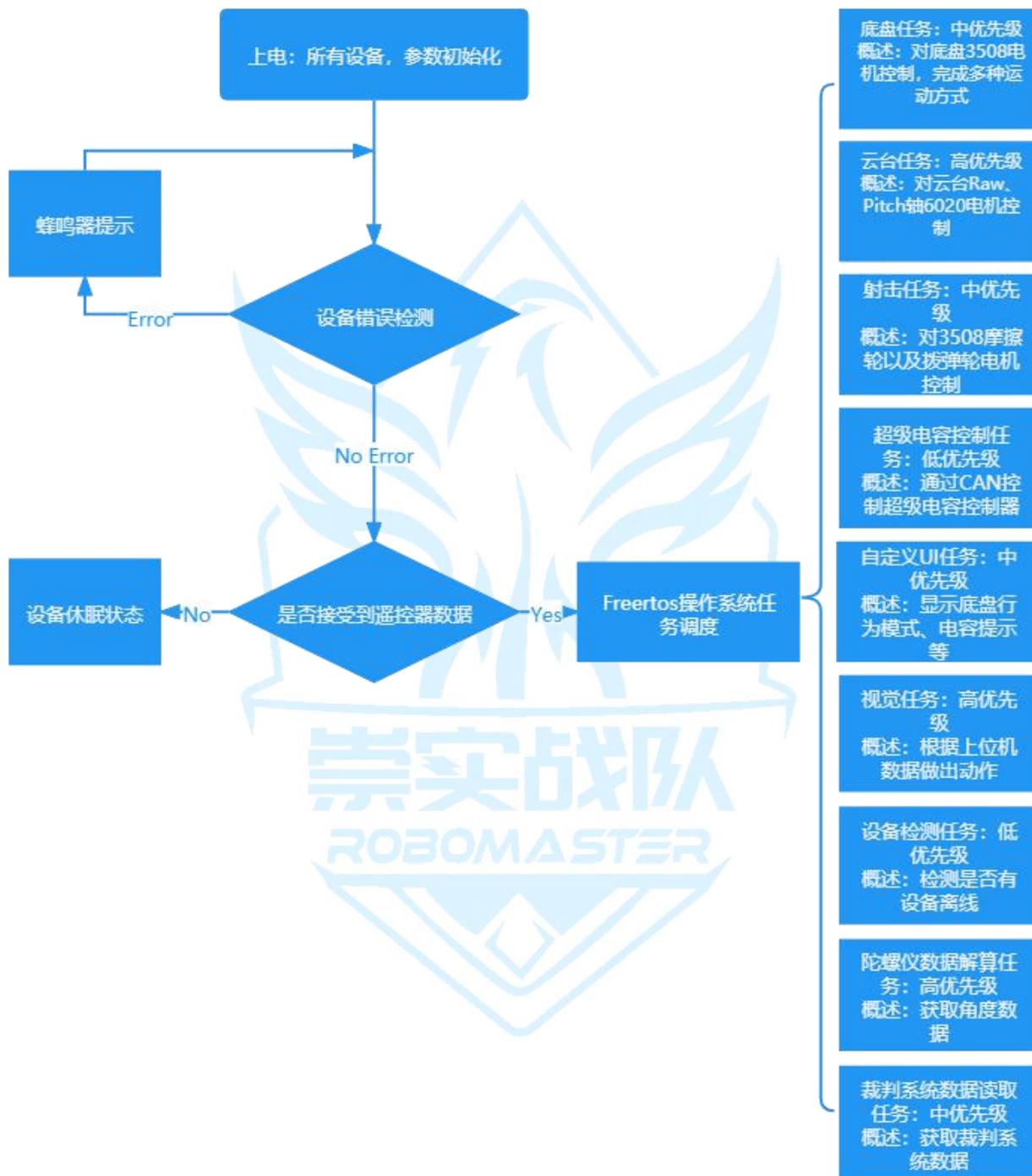


图 2-12 软件设计方案

设计原因：

(一) 多线程可以提高 cpu 的利用率，及缩短响应的的时间。

(二) 不同部位用不同的线程控制，有利于代码的书写及阅读

(三) 使用 freertos 作为操作系统，其作为一个免费的实时操作系统，FreeRTOS 是一个可裁剪的小型 RTOS 系统，其特点包括：

(1) FreeRTOS 的内核支持抢占式，合作式和时间片调度；

(2) 提供了一个用于低功耗的 Tickless 模式；

(3) 系统的组件在创建时可以选择动态或者静态的 RAM，比如任务、消息队列、信号量、软件定时器等；

(4) FreeRTOS-MPU 支持 Corex-M 系列中的 MPU 单元，如 STM32F407；

(5) FreeRTOS 系统简单、小巧、易用，通常情况下内核占用 4k-9k 字节的空间；

(6) 高可移植性，代码主要 C 语言编写；

(7) 高效的软件定时器；

(8) 强大的跟踪执行功能；

(9) 堆栈溢出检测功能；

(10) 任务数量不限，任务优先级不限；

2.3.2 软件测试和调试方案

电脑通过蓝牙模块与主控板连接。检测步兵车是否能向指定的方向前进；射击速度和弹道是否稳定；云台 360° 旋转是否流畅；底盘输出功率是否符合比赛要求等等。根据主控板的数据反馈，不断修改参数和程序，使其达到预期。

2.4 算法方案设计

2.4.1 算法方案及原理

(一) 算法方案框图

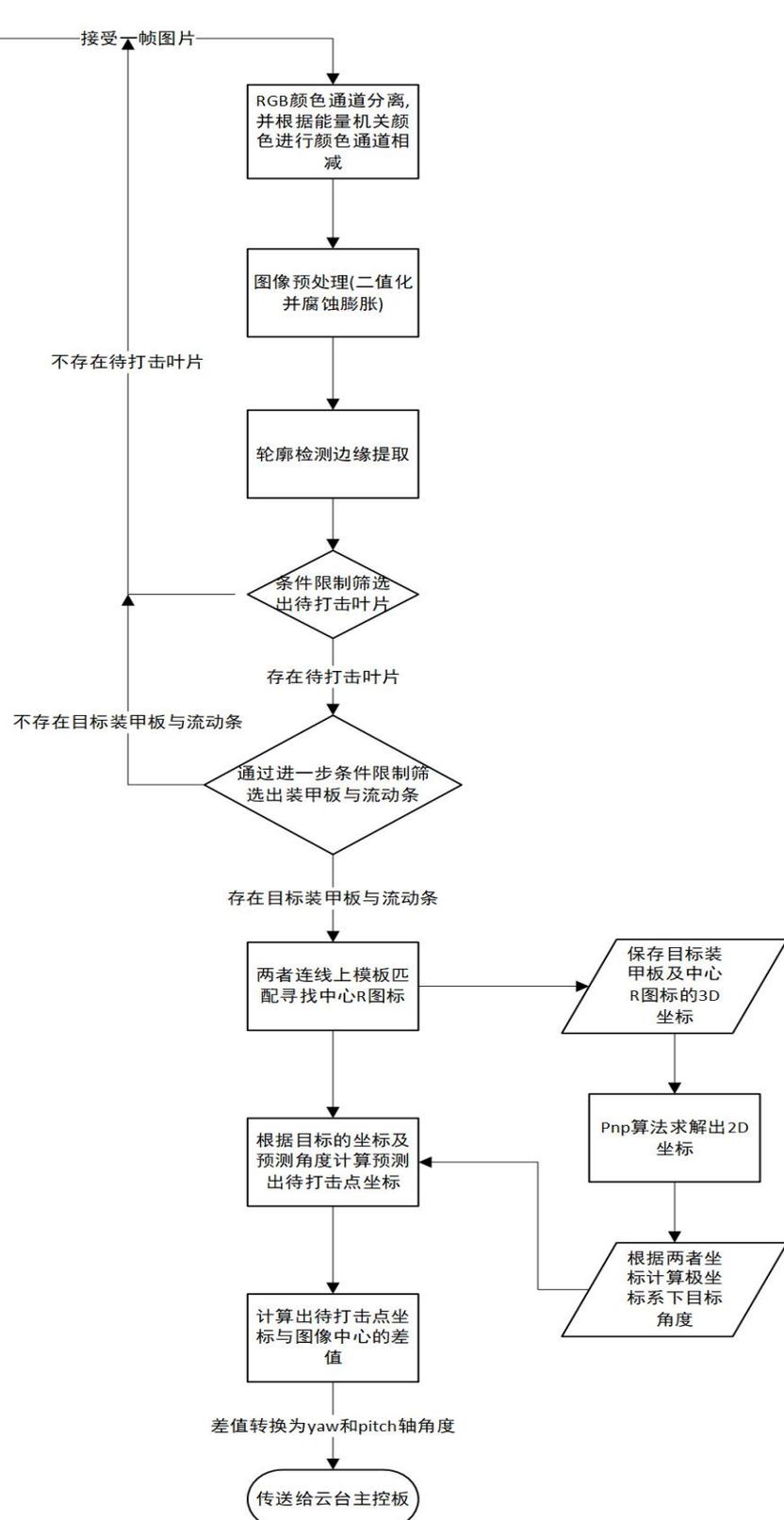


图 2-13 算法方案框图

（二）关键算法相关原理

1、模板匹配

模板匹配是一种用于在较大图像中搜索和查找模板图像位置的方法。OpenCV 带有一个函数 `cv::matchTemplate()`。它只是将模板图像滑动到输入图像上（就像在 2D 卷积中一样），然后在模板图像下比较模板和输入图像的补丁。它返回一个灰度图像，其中每个像素表示该像素的邻域与模板匹配多少。

2、PNP 算法

相机姿态估计的基本思想是利用相机的内参数以及已知物体在空间坐标与与之一一对应的图像坐标的投影关系来求出此时物体相对于已知物体在三维空间坐标的外参数，也即是旋转矩阵以及平移向量。此关键算法核心是解决 N 点透视投影问题，也称作 PNP（Perspective-N-Point）问题。崇实战队结合自身和大多数队伍使用单目相机的情况，选择使用 PnP 算法进行位姿解算。PnP(Perspective-n-Point)是求解 3D 到 2D 点对的运动的方法:即给出 n 个 3D 空间点时，如何求解相机的位姿。它描述了当我们知道 n 个 3D 空间点以及它们的投影位置时,如何估计相机所在的位姿。PnP 算法支持不定数量的 3D 空间点,可以根据使用时 3D 点的数量来进行不同的估算方法。

3、极坐标变换

极坐标变换就是将图像在直角坐标系中互相转换。OpenCV 带有一个函数 `cv::warpPolar()`。该函数实现了图像极坐标变换和半对数极坐标变换。该函数可以对图像进行极坐标正变换也可以进行逆变换，关键在于函数中最后一个参数如何选择。

4、位姿解算

坐标系是以相机为坐标中心的左手坐标系。通过平移向量可以得出目标在坐标系中的坐标位置，通过目标坐标位置与坐标中心进行角度计算可以得出云台所需偏转的角度。得出的角度包括 yaw 轴和 pitch 轴上所需旋转的角度。

2.4.2 任务及目标分析

在 RoboMaster 机甲大师单项赛中步兵机器人算法组的主要任务目标是能量机关的识别及击打任务。算法组需要设计出一套合理的程序对需要击打的能量机关进行识别，并将识别出来的信息交由炮台控制，辅助机器人完成击打动作。

1、辅助击打流程

- （1）设备的初始化，所需模块的启动以及初始参数配置
- （2）数据采集及预处理，摄像头采集信息并保留与目标相符的颜色数据

- (3) 能量机关识别，找到能量机关上所要击打的装甲板区域位置
- (4) 能量机关预测，击打目标运动轨迹预测出所要击打的位置
- (5) 数据交换，将击打位置进行坐标转换传给炮台控制

2、算法设计思路

- (1) 进程初始化，关键设备参数的传入，启动摄像头、连接下位机
- (2) 根据设定的颜色数据，对摄像头采集到的画面进行二值化等预处理
- (3) 通过轮廓包围面积、倾斜角度、平行度等阈值条件找出匹配的灯条区域
- (4) 通过卡尔曼滤波对运动轨迹进行预测，并解算出合理的击打坐标

2.4.3 程序运行基本流程

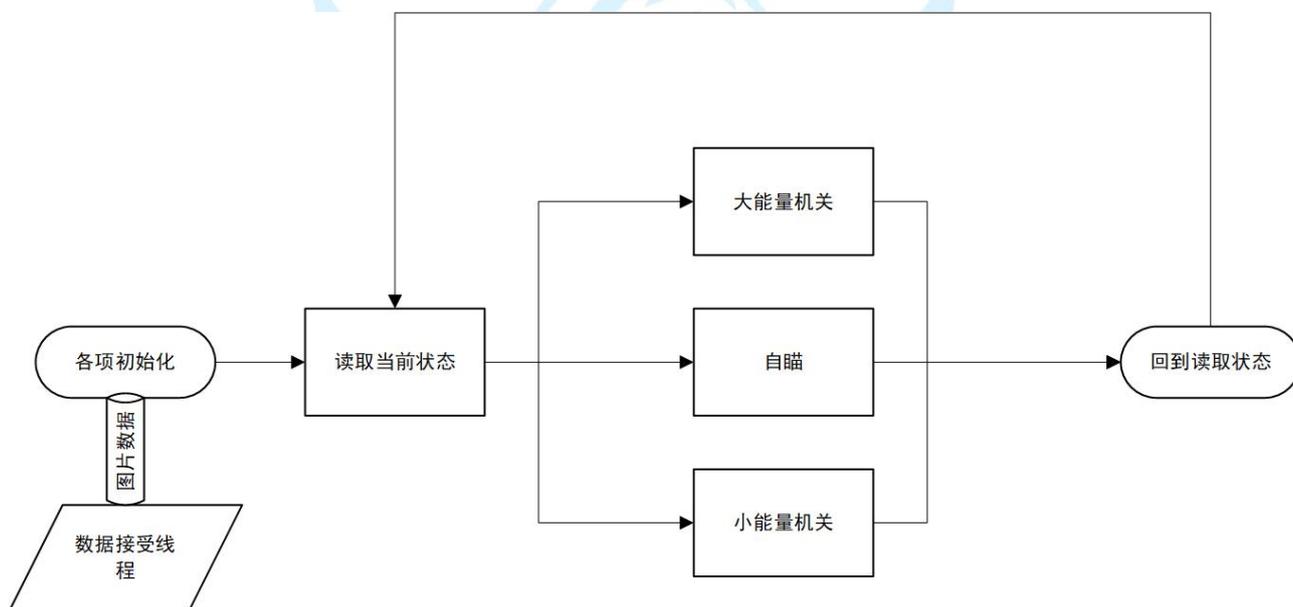


图 2-14 程序运行基本流程图

2.4.4 目标识别算法的比较

目标识别算法根据使用的算法类型可以分为传统方式和深度学习方式。传统方式主要是使用各种图像处理运算，将图片中的明显特征提取出来，根据特征判断目标的实际位置。深度学习方式主要是使用深度神经网络训练准备好的训练集，得出推理完成的网络文件后，使用其进行当前画面的推理，找出概率最高的目标位置。

根据前述任务目标，两种方式的目标识别算法都可以很好胜任该项工作，但根据以下细节考量，我们选择了传统方式：

- (1) 传统方式可移植性好。传统方式对特定版本第三方库的依赖并没有那么强，可以轻松的进行源代码移植，更便于代码在开发使用的笔记本和机载计算设备之间的流转。

(2) 传统方式确定性更好。传统方式的确定性更好，不易出现相似的画面出现截然不同结果的情况。同时，由于识别出目标位置后，需要进行坐标系折算，传统算法更易提取出目标点在画面中的坐标。

(3) 传统方法延迟更小。深度学习算法由于其神经网络的复杂性，往往需要较长时间的计算。传统方式识别速度更快，更适合激烈的比赛要求。

2.5 测试方案设计

2.5.1 总体测试方案设计思路

(一) 测试要求

(1) 根据功能设计测试 case，软件、硬件、机械的同学一同参与设计，在开发的过程中留好测试接口。

(2) 掌握一些测试的方法论。（比如：黑白盒测试、持续集成、压力测试等）

(3) 进行功能逻辑、性能测试分析等。

(二) 测试项目

(1) 底盘上坡是否打滑；

(2) 稳定性测试；

(3) 飞坡稳定性测试；

(4) 3m 5m 8m 打击弹道稳定性测试；

(5) 自瞄跟随大神符测试；

(6) 带上下旋转起伏自瞄跟随大神符测试。

2.5.2 机械测试方案

(一) 总体测试流程

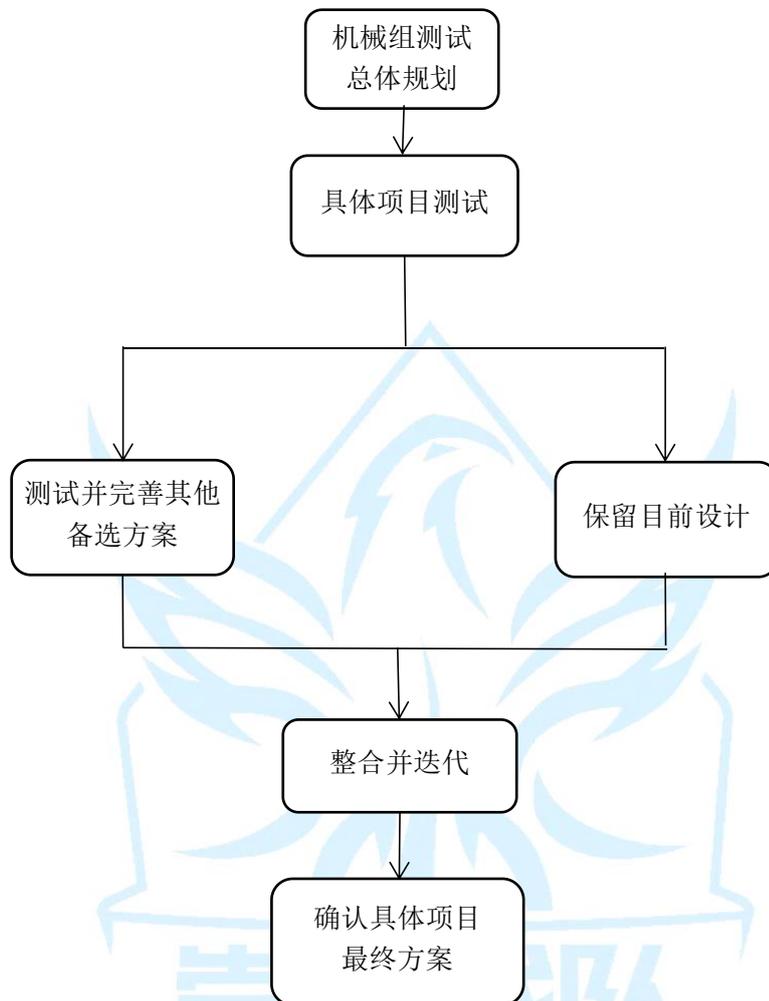


图 2-15 总体测试流程图

2.5.3 算法测试方案

(一) 算法测试环境

表 2-3 算法测试环境

硬件设备	操作系统	运行库	ToolChain
MindVision 工业相机 USB 转 TTL DJI_MANIFOLD_2-G	Ubuntu20.04 Ubuntu16.04	C++基本头文件 OpenCV4.5.3 及相应 OpenCV_contrib Eigen3 MindVision 相机驱动	Cmake gcc g++ Clion/VS Code

(二) 测试方案

本赛季我们决定采用模块化测试来测试能量机关识别代码。所谓模块化测试，就是将一个测试用例中的几个不同的测试点拆分并且将主要步骤进行封装，形成测试模块。其好处在于测试时，只需调用模块即可，测试其中一个模块时其他模块不会运行也不会被影响。这样的话，当一个模块有变化，你只需单独维护那个模块即可。在本次算法中，我们决定将代码拆分成五个测试模块，分别为相机驱动模块、图像预处理模块、目标筛选匹配模块、坐标计算及转换模块、数据传输模块。

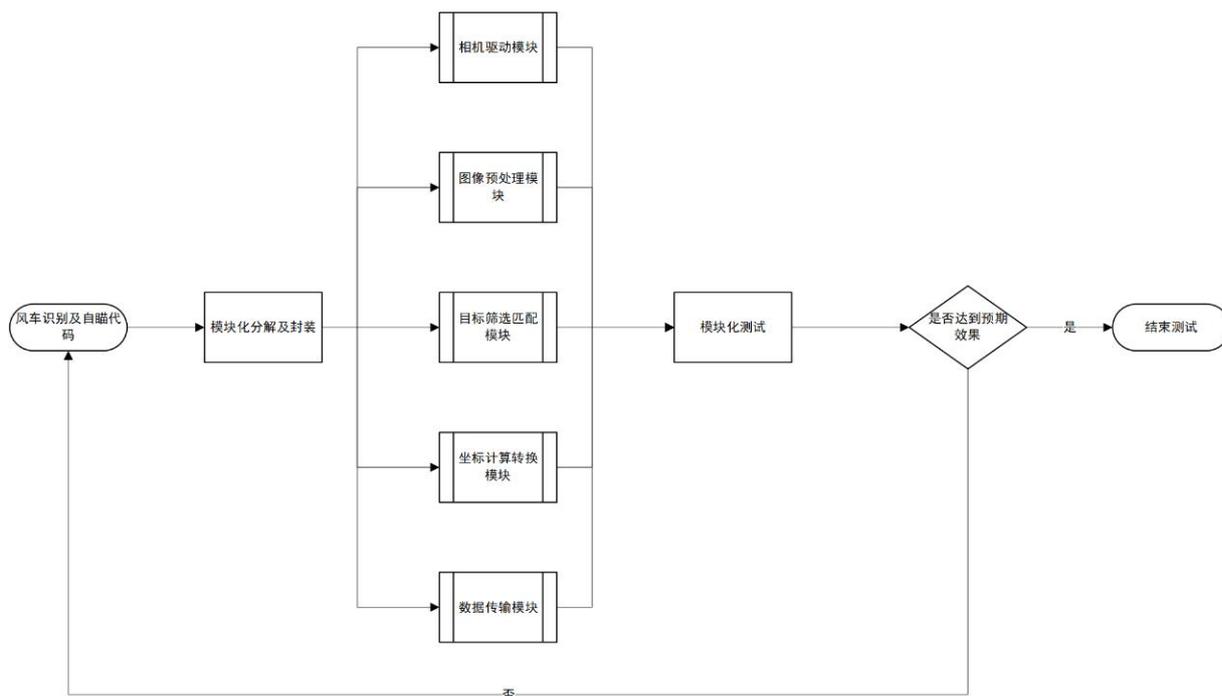


图 2-16 算法测试方案框图

3. 项目进度计划

在赛季初，制定详细的项目进度计划，以保证整个赛季的顺利进行，战队所有成员都必须按照表 3-1 的时间节点，严格把控每项任务的完成度和准确度。并且及时反馈各组的需求，组与组之间要做好协商，以便比赛的顺利进行。

表 3-1 项目进度计划

时间	组别	任务
2021.11.1-2021.11.20	机械	开始绘制第一版的机器
	电控	学习官方 C 板教程，充分了解 RoboMasterC 板的接口和外设，通过看官方说明书文档了解 M3508 和 GM6020 电机以及电调的使用
	算法	复习编程基础 (c++、python)
2021.11.21-2021.11.30	机械	完成第一版机器底盘的组装以及简单调试，检查底盘是否有设计问题
	电控	学习官方 C 板教程，将 M3508 电机、C620 电调安装至步兵车底盘上，基本实现地盘的运动
	算法	根据规则学习需要的知识 (opencv、linux 基础)、学习优秀的开源代码 (上海交大、深圳大学)
2021.12.1-2021.12.31	机械	完成第一版机械的发射机构、拨弹机构的组装以及简单的调试，检查是否会卡弹。完成第一版机械的总装
	电控	将 GM6020 电机以及 M2006 电机和 C610 电调、M3508 (去掉减速箱) 作为摩擦轮安装在步兵车云台上，参考官方程序和开源程序基本实现底盘跟随和小陀螺等几种步兵运动模式
	算法	学习卡尔曼滤波即扩展卡尔曼等
2022.1.1-2022.1.10	机械	绘制大神符并且进行大神符的零件加工
	电控	继续完善步兵几种控制模式和调整参数，并且接入超级电容以及超级电容控制器，实现超级电容的使用和对功率的控制

	算法	根据算法原理以及优秀的开源代码实现能量机关的识别
2022.1.11-2022.1.17	机械	完成大神符的机械安装
	电控	完善步兵代码，购买并实现对WS2812灯条的点亮与颜色控制，使用其作为能量机关的发光叶片，完善实验室之前的能量机关的功能。
	算法	根据算法原理以及优秀的开源代码实现能量机关的识别
2022.1.18-2022.1.31	机械	针对第一版机械在调试后出现的问题进行整改
	电控	完善步兵代码，安装摄像头与小电脑至步兵车上，改用键盘与鼠标对步兵进行控制，设计UI界面。
	算法	实现摄像头测距
2022.2.1-2022.3.15	机械	完成第二版机械的绘图，检查零件、整理零件、购买零件
	电控	完善步兵代码，读入算法组视觉信息，进行电控与视觉的联调，尝试实现步兵自瞄。
	算法	与电控联调
2022.3.16-2022.3.31	机械	在第一版机械上改进并安装完成第二版机器，检查结构问题
	电控	接入操盘系统完善步兵代码，完善步兵自瞄，进行场地操作练习和打能量机关
	算法	测试能量机关效果并改进代码
2022.4.1-2022.5	操作手	一天操作路线50次
	电控	完善步兵代码，继续进行场地操作练习和打能量机关
	算法	模拟比赛训练中找出问题并修改

4. 赛季人力安排

4.1 团队架构设计

4.1.1 团队组织架构

崇实战队采用用学生自主、整体平级、多组交叉的队伍管理结构。

学生自主是指整体由学生自主管理战队，指导老师仅参与技术指导、战队与对接、财务报销、战队重大事务审核等事务，而战队的技术方向、进度控制、评审监督机制、考核制度、招新流程、宣传与招商等均由学生团队自主管理。

整体平级是指战队内虽然有队长和队员之分，但是没有等级的区分，战队的每个人都有义务做好自己的本职工作，也有权利指出任何人的问题。战队贯彻敢说敢做的精神，保证每个队员为战队建设出力的权力。即便是指导老师、队长或项目管理，也只是运营组的一员，虽然具有管理战队的权力，但其它队员也有自由的提出质疑的权力。

多组交叉是指虽然战队分为技术组和机器人组等组别，但同一个人都要参与到多个组别中，例如一名视觉组员要参与到视觉技术组，同时也要参与到步兵机器人组作为步兵视觉组员，共同为战队的赛季总体目标努力。

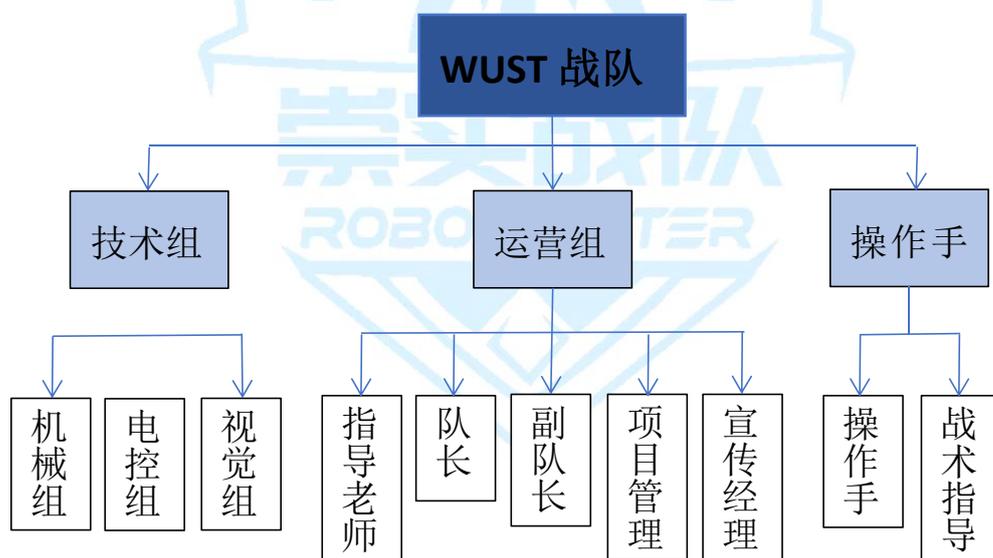


图 4-1 团队组织架构

4.1.2 人员分配及职责要求

表 4-1 人员分配及职责要求

职位	分类	角色	队伍成员	职能职责描述
指导老师			程磊	团队建设，技术支持等提供咨询和建议
顾问			段贺	负责对队伍的发展、管理运营、技术等方面进行一定的指导
正式队员	管理层	队长	郑涵	统领全队，拥有队伍各项事务的第一话语权，负责全队参赛、技术问题
		项目管理	田洪雨	负责队伍建设、进度安排、人员管理、参赛相关一切对内大小事务的管理。负责团队整体进度的安排梳理，协调团队内资金、物资、人力等资源
	技术执行	机械	郑涵	1、对机器人进行功能分析，结构设计； 2、对机器人零件加工，并进行装配； 3、对机器人进行迭代优化，并进行后期维护
		机械	苏甘泉	
		电控	冷华建	
		电控	欧晓锋	1、负责嵌入式主控单元的软硬件开发； 2、对装配完成的机构/机器人进行上电调试，使其实现预期功能； 3、根据需求来制定硬件方案，负责板子的设计与维护
		电控	曹智雄	
		算法	王子祺	
算法	章子林	1、负责机器人所搭载计算机系统的视觉开发，使机器人具备感知功能； 2、与电控组进行联调实现预期的视觉功能		

4.2 团队建设思路

4.2.1 队伍共同目标概述

(1) 基于崇实战队在上个赛季单项赛中的成绩，在这个赛季中，我们的终极目标是“力争第一”；

(2) 战队的核心理念是为了培养多领域的综合素质人才，确保在一个赛季结束后，战队中的每位成员都能在个人综合素质、团队协作能力上有所提升；

(3) 团队成员在备赛过程中可以得到技术上的提升，收获知识，同时体会到浓浓的战友情，互相帮助。

4.2.2 队伍核心文化概述

团队口号：团结、高效、务实、创新。

团队名称：崇实战队

武汉科技大学 RoboMaster 崇实战队队名取自于武汉科技大学校训“厚德博学、崇实去浮”中的“崇实”二字，“崇实”体现出队员们对待比赛严谨认真、精益求精的态度，强调团队成员要重视实际，脚踏实地去做好每一项任务，追求实用实效，去除浮躁之风，倡导真才实学。团队在“团结、高效、务实、创新”的口号声中，坚持开拓进取，与时俱进，心往一起想，劲往一处使，相信在 RM2022 赛季中大放异彩！

团队寄语：

身披“青年工程师”的战服，秉持着“为青春赋予荣耀，让思考拥有力量”的理念，怀揣着“崇实去浮，厚德博学”使命寄托与担当，我们始终葆有对机器人赛事的浓厚兴趣和不怕失败、敢于挑战的决心，不畏“繁、难、累”，只为“快、准、稳”，充分发挥生命潜能，创造超乎寻常的成果；我们通过学习丰富知识内涵、适应环境变化，提高创造能力，在无数次的重复试验中摸爬滚打，做到“无懈可击”；我们一直奔跑在追求卓越、超越自我的路上，勇往直前，挑战不可能；我们和谐共处，有“难”同担，朝着更快，更准、更稳的目标前进，在“速度与激情”中感受别样年华；我们也在实践中追求心灵的成长，在挑战中实现自我的价值。

（一）团建文化

1) 每赛季初期组织一次较为大型的团队建设活动，邀请新老队员和指导老师一起参与。在团队建设中进行自我介绍和桌游活动，谈人生聊理想，以加深新队员们对战队的集体感和归属感。

2) 备赛中期偶尔进行战队交流和组内聚餐，互相分享日常，加深队员们互相了解。

3) 备赛后期定期举行小规模团建娱乐活动，帮助任务稍重的成员交流经验、缓解压力。

4) 大赛结束后组织队员进行团建项目，共同庆祝赛季的结束。

5) 定期集中组织学习交流，交流学习工作心得，学习相关技术方面的相关知识，在学习中促进队内关系。

（二）节日文化

1) 在一些特定节日举办一些活动，例如国庆节、中秋节、元旦等，装饰战队工作场所烘托节日气氛，制定一些促进队内成员交流的互动活动和蕴涵大赛、团队文化的文化活动。

2) 建设了一面有纪念意义的战队照片文化墙，墙上记录了队伍和队员发展成长的过程。

3) 在实验室的一角设置纪念墙，布置 RoboMaster 官方物资（例如队旗、海报相框等）以及其他学校赠送的纪念品以象征相互之间的深厚友谊。

（三）备赛文化

组织全体队员来到训练场地，观摩往届赛事的整体流程，并且以操作手为中心进行赛事演练，分析学习主要对手的战略战术，充分考虑赛场上的多种变化，不断完善战队比赛时的战略布局与应变策略，集思广益，在激烈的讨论中提高凝聚力。

4.2.2 团队基础建设

（一）可用资源

1、资金资源

（1）学校专项拨款

学校专项拨款主要由教务处竞赛专项经费和工程实践训练中心部分教学经费构成，可以满足基本的备赛需求，保障战队的基本运行。

使用去向：主要用于购买各机器人组物资、官方物资等。此项经费用于战队大部分研发预算支出，但仅可购买赛季初申请的赛季经费预算内所包含的内容，不可购买经费预算之外的。

（2）战队自有经费

战队自有经费主要由本赛季赞助商赞助战队申请的创新创业项目（科研成果转化）经费以及比赛奖金组成，是战队内部的可自由使用经费。

使用去向：主要用于团队建设、文化氛围建设、紧急项目支出等，紧急项目支出是指在一些情况下会出现学校经费无法及时报销但购买需求十分迫切。

（二）协作工具使用规划

1、资源管理

合理的使用协作工具能够显著提高团队的工作效率，让项目稳定的进展。针对 RM 步兵竞速与智能射击，我们将协作工具划分为以下三类：

表 4-2 RM 崇实战队协同工具划分表

项目类别	协同工具	使用理由
代码	GitHub、Gitee	GitHub 是一个面向开源及私有软件项目的托管平台，可以很方便的管理代码的版本，修复代码的问题。Gitee 与 GitHub 类似，方便在国内访问
图纸	QQ	借助 QQ 群共享零件的图纸，同时有群视频通话，方便随时随地展示图纸，共同讨论相关问题。

文档	腾讯文档	腾讯文档支持多人在线协同编辑，内容实时同步，能够让队员随时随地一起编写文档。
----	------	--

电控组及算法组的代码将会托管在 Gitee 上进行版本迭代，大致流程如下图（图 4.2）：

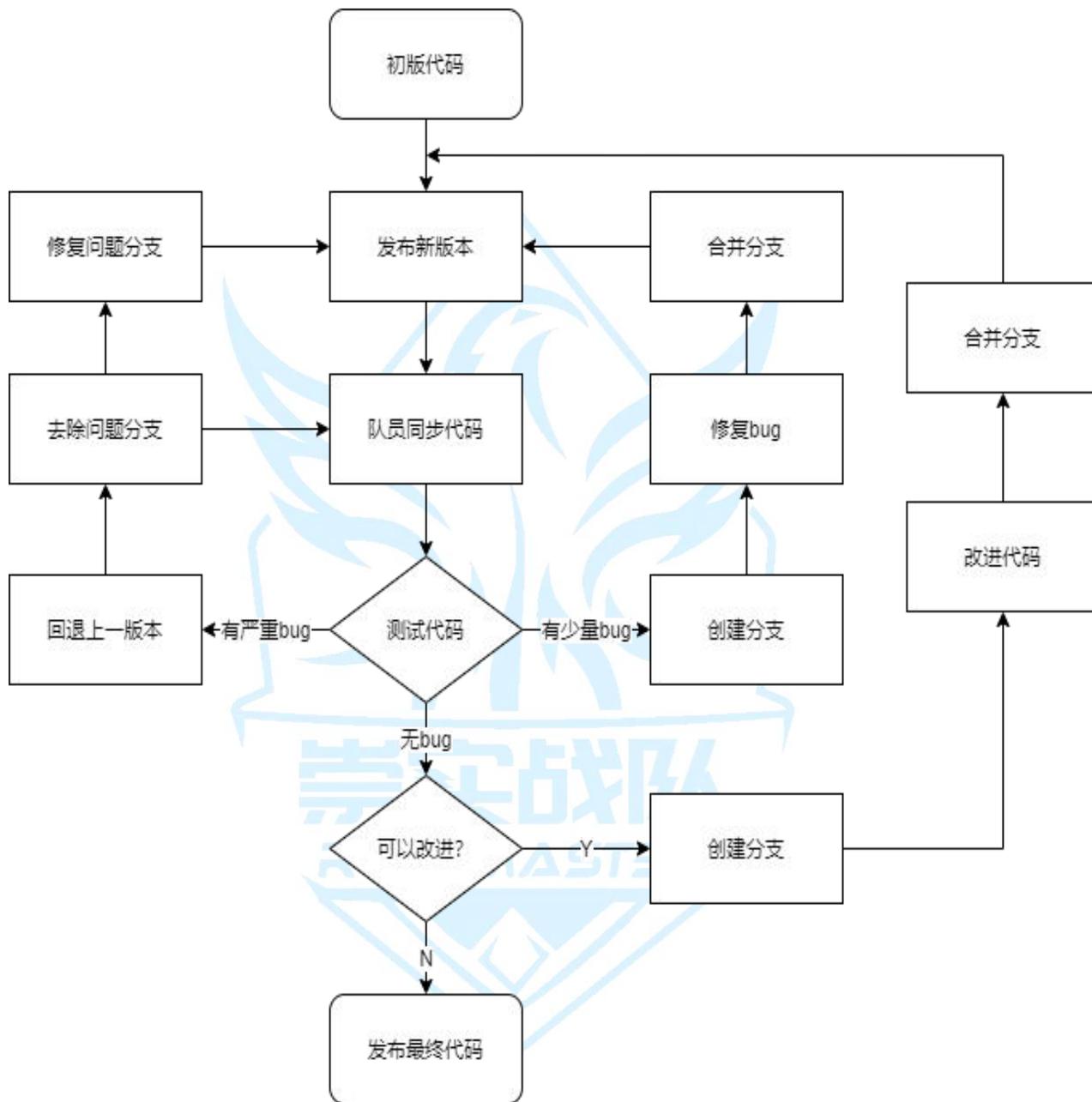


图 4-2 代码版本迭代流程图

机械组队员图纸协同共享流程如下图（图 4-3）所示：团队成员借助 QQ 群共享零件的图纸，开群视频通话，方便随时随地展示图纸，共同讨论相关问题。

战队队员文档协同共享流程图如下图（图 4-3）所示：队员借助腾讯文档支持多人在线协同编辑，内容实时同步功能，能够让队员随时随地协同完成项目进度。

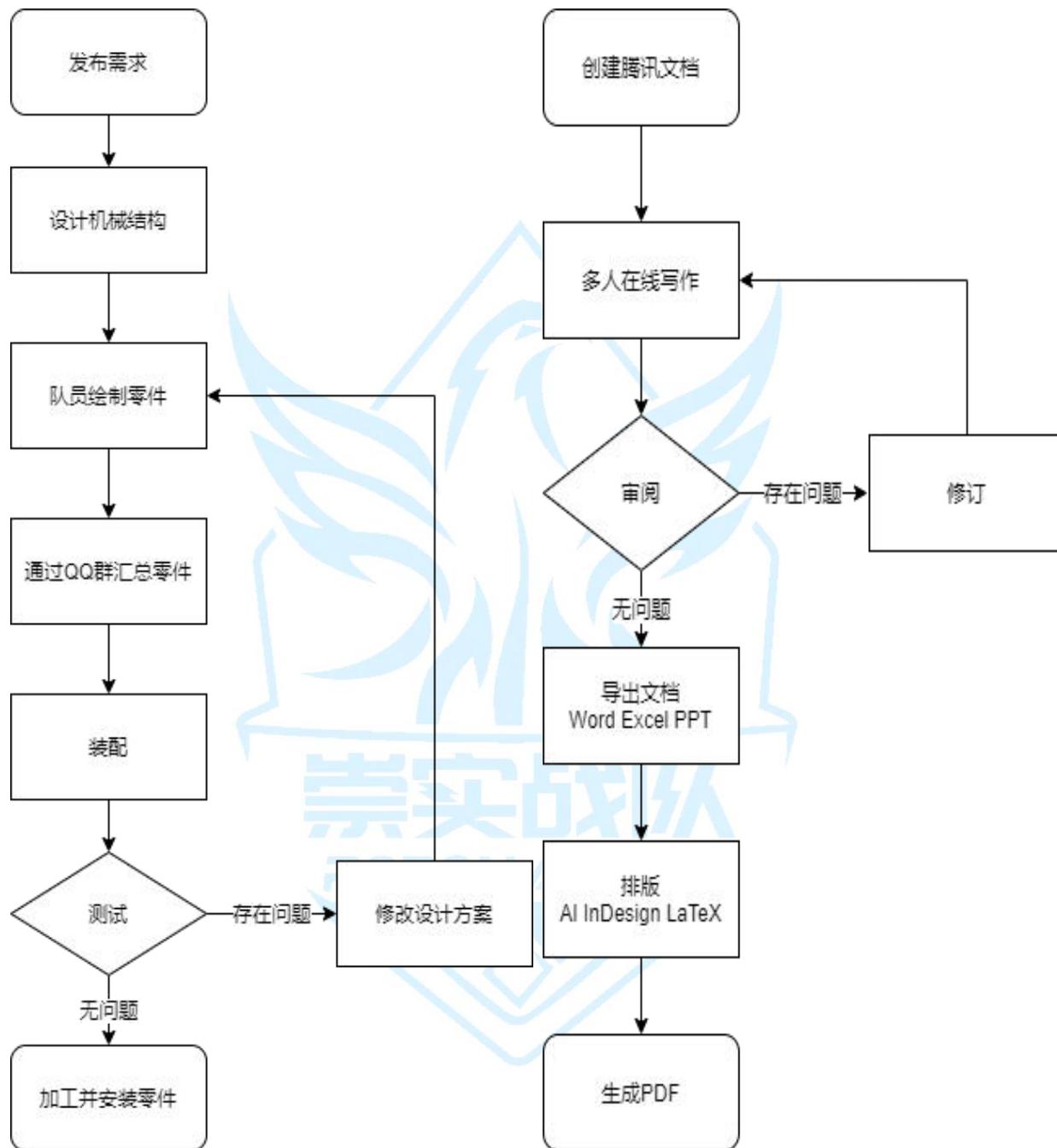


图 4-3 图纸、文档协同共享流程图

2、往届资料

通过 PDM、实验室网盘、进度同步平台存储测试记录、知识库、工作记录等比赛中产生的往届资料。

3、本届测试记录

通过进度同步平台按照测试记录模板上的流程进行测试，测试记录整合后数据上传至进度同步，测试图片、视频资料上传至实验室网盘。

(三) 培训与自学安排

1、期望水平

表 4-3 培训期望水平

<p>机械组</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解常用机构的组成原理及特点 2. 能够自主设计需要的机械结构 3. 会用 CAD 绘制二维图纸 4. 能够根据二维图纸使用 SolidWorks 完成零件的绘制与装配
<p>电控组</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 熟练掌握嵌入式 C 语言，具备良好的代码风格和编程习惯 2. 掌握嵌入式系统结构，掌握 STM32hal 库编程，掌握实时系统相关概念 3. 掌握常用元器件的使用. 具有设计、调试电路的能力，熟悉相关仪器的使用 4. 掌握常见控制算法、滤波算法、通信算法、运动规划算法
<p>算法组</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 熟练使用 C++、Python，能够写出规范的面向对象代码 2. 熟悉 OpenCV 的架构与使用方法 3. 熟练掌握 Linux 命令行的使用, 能通过命令行在 Linux 环境下编写、编译、执行、调试代码 4. 理解机器学的常见算法，了解深度学习与强化学习，会使用 PyTorch 等框架搭建、训练、评估神经网络 5. 了解常见目标检测算法、SLAM 算法、路径规划算法、避障算法

2、培训安排

(1) 机械组培训计划

培训人：RM 崇实战队机械组组长、RM 崇实战队队长

培训目的：让机械组队员的三维建模与机械加工能力达到预期

表 4-4 RM 崇实战队机械组培训计划

时间	形式	培训人	内容
1 周	授课	队长	了解各类机器人的机械设计结构，了解 SW 的基本用法
2 周	实践	机械组组长	利用 SW 针对各类机器人进行建模练习
2 周	实践	机械组组长	了解零件定做加工等方式和渠道，熟悉比赛常用机构以及建模经验

(2) 电控组培训计划

培训人：RM 崇实战队电控组组长

培训目的：熟悉单片机使用方法；认识常用通信协议；熟悉电路图、常用元器件的认识和使用；熟练掌握电路调试方法；具有系统性调整电子电路的理念；熟悉比赛相关器件使用和规则技术要求

表 4-5 RM 崇实战队电控组培训计划

时间	形式	培训人	内容
1 周	授课	电控组组长	了解各类机器人电控部分需要掌握的知识，熟悉各类元器件，掌握电路的设计方法
1 周	实践	电控组组长	配置开发环境，焊接练习，熟悉各类单片机与元件的使用方法，熟悉通信协议
2 周	授课	电控组组长	PCB 设计规范，本次赛题电控思路详解
2 周	实践	电控组组长	制作本次比赛所需电路板，编写相关程序

(3) 算法组培训计划

培训人：算法组顾问：高英南，何煜

培训目的：Linux 操作系统的使用，OpenCV 的使用、视觉算法、机器学习算法、代码规范。

表 4-6 RM 崇实战队算法组培训计划

时间	形式	培训人	内容
1 天	实践	算法组顾问	了解赛季所用设备： (1) 介绍战队所用设备 (2) 讲解不同设备之间的优劣区别 (3) 介绍针对不同场景设备选型的方法
1 周	实践	算法组顾问	Ubuntu 系统及妙算 2 的讲解： (1) Ubuntu 系统的安装和基本命令 (2) 妙算 2 的硬件介绍和环境配置 (3) 命令行的使用 (4) 远程调试的配置与使用
1 周	实践	算法组顾问	OpenCV 的学习： (1) OpenCV 的优势及环境配置 (2) OpenCV 常用功能的使用 (3) OpenCV 小项目实战
1 周	实践	算法组顾问	机器学习的讲解： (1) 常用机器学习算法 (2) 常用机器学习框架 (3) 机器学习小项目实战 (4) 机器学习参数的调优
一周	实践	算法组顾问	摄像头的使用： (1) 摄像头的参数讲解与环境配置 (2) 摄像头的调用方法 (3) 摄像头的关键参数调优 (4) 摄像头小项目实战
一周	实践	算法组顾问	源代码管理的使用： (1) 常用源代码管理工具的介绍 (2) git 的命令行操作 (3) github 的使用 (4) git 的源码管理实战

4.2.3 人力资源需求分析

(一) 总体人力需求

在课业学习之余能抽出时间参加项目，且有兴趣、有能力和负责任的同学；

组内成员如果有事不能按规划完成工作，或遇到技术问题，组内商议解决问题或延长时限，保证项目总体进度；

每周日例会总结目前进度，统一制定下阶段任务，保证项目组总体进度；

(二) 人员安排

表 4-7 人员安排

队伍组别	成员	分工
机械组	郑涵、苏甘泉	<ul style="list-style-type: none"> 负责机身、云台和发射机构的设计、装配、维护与后续迭代改进； 使用 Solidworks、Ansys 等工具进行优化设计。
电控组	冷华建、曹智雄、欧晓锋	<ul style="list-style-type: none"> 负责机架部分电路板和硬件的设计绘制和调试； 负责云台主控板及其控制硬件的代码的编写，调试； 负责云台发射的 PID 调试工作； 负责其他闭环系统的控制代码编写。
算法组	王子祺、章子林	<ul style="list-style-type: none"> 设计出一套合理的程序对需要击打的能量机关进行识别，并将识别出来的信息交由炮台控制，辅助机器人完成击打动作。

4.2.4 队员招募

崇实战队队员来自于武汉科技大学信息科学与工程学院/人工智能学院本科生及研究生。本科生队员的专业为自动化、电子信息工程、电气工程及其自动化、电子科学与技术等，研究生主要专业方向为控制科学与工程。

(一) 招募队员原则：

- (1) 自觉遵守团队规则，执行团队决议；
- (2) 维护团队的利益，不得对外人和组织和个人泄露团队商业秘密；
- (3) 加强团队合作意识，共同提高，共同进步。

（二）招收条件：

1、机械组：

- （1）对三维建模软件、机械运动仿真分析有一定了解的同学优先；
- （2）学习常见的机械结构和传动方式、具有良好的机电一体化意识。

2、电控组：

（1）熟悉电路设计基本原则，负责硬件方案的制定，学习了解 Altium Designer 软件绘制 PCB 及原理图；

（2）熟悉 Stm32 单片机架构，了解其相关的寄存器的使用以及实时操作系统，负责调试使用底盘电机与各类外设。

3、算法组：

本组分为视觉开发、导航规划、智能决策三个主要方向，需要具有一定的 C++ 或 Python 编程基础，并有良好的编程习惯。注：视觉开发需要掌握基础图像处理知识，了解和使用过 OpenCV、深度学习目标检测的优先。

4、运营组：

运营组仅有少量技术要求，即入队后随设计进度大致了解队伍设计机器人整体框架即可，主要完成团队运营方面的重要工作，涉及宣传、招商、物资采集、文案视频设计制作等。

（三）总结：由于资金，场地限制，下一届招募队员将遵循能者优先的原则，不会大面积广招然后删选，这样一是节约了招募成本，二是节约了时间，把重心放在对下一届队员的培养上来。最后注重归属感的培养，把打比赛的情怀传承下去。

根据本次的备赛及参赛经验，我们决定将比赛对象的重心向低年级移动。以往战队队员均为经验丰富，专业课知识扎实的大三学生，但在比赛中后期，由于大三学生学业压力增大、专业课难度加大、毕业设计提上日程，以及一些大三学生需要准备考研和其他的比赛项目，导致他们精力分散，无法全心全意投入到 RoboMaster 的单项赛中，导致最终的比赛成果并不是很理想。而大二的学生正处于精力充沛、学习欲望强烈、时间充裕的时期。因此，在之后的 WUST 崇实战队招募中，尽可能多地将重心往低年级偏移，在大二年级多宣传，多招募。通过高年级带动低年级的策略，使大二学生学习到比赛的相关技能，在参加比赛时游刃有余。同时，对于大一刚刚入校的学生，采取渗透原则，对他们灌输机器人的相关知识以及比赛的需求，激发他们对比赛的兴趣。从而形成——大一打基础，大二打比赛，大三做挑战和带队伍的良好循环。

4.2.5 团队文化建设

（一）团建文化

1) 每赛季初期组织一次较为大型的团队建设活动，邀请新老队员和指导老师一起参与。在团队建设中进

行自我介绍和桌游活动，谈人生谈理想，以加深新队员们对战队的集体感和归属感。

2) 备赛中期偶尔进行战队交流和组内聚餐，互相分享日常，加深队员们互相了解。

3) 备赛后期定期举行小规模团建娱乐活动，帮助任务稍重的成员交流经验、缓解压力。

4) 大赛结束后组织队员进行团建项目，共同庆祝赛季的结束。

5) 定期集中组织学习交流，交流学习工作心得，学习相关技术方面的相关知识，在学习中促进队内关系。

（二）节日文化

1) 在一些特定节日举办一些活动，例如国庆节、中秋节、元旦等，装饰战队工作场所烘托节日气氛，制定一些促进队内成员交流的互动活动和蕴涵大赛、团队文化的文化活动。

2) 建设了一面有纪念意义的战队照片文化墙，墙上记录了队伍和队员发展成长的过程。

3) 在实验室的一角设置纪念墙，布置 RoboMaster 官方物资（例如队旗、海报相框等）以及其他学校赠送的纪念品以象征相互之间的深厚友谊。

（三）备赛文化

组织全体队员来到训练场地，观摩往届赛事的整体流程，并且以操作手为中心进行赛事演练，分析学习主要对手的战略战术，充分考虑赛场上的多种变化，不断完善战队比赛时的战略布局与应变策略，集思广益，在激烈的讨论中提高凝聚力。

4.2.6 队伍传承规划

（一）技术传承

1. 机械组

机械组目前是通过 QQ 群进行知识传承工作。传承的内容包括但不限于以下内容：

（1）历届机器人方案

对历届所有机器人方案进行整理，并上传至 QQ 群。

（2）机器人规范

机器人设计过程中常用的结构、零件、机器人设计过程中常见错误、机器人零件加工工艺、零件加工工程图规范、机器人装配规范。

(3) 招新培训内容

对往届的招新培训内容进行整理，包括培训 PPT、Word 文档、考核试题等。

(4) 往届机械组成员的信息

对往届机械组成员的个人介绍，在队内完成的任务，以及相应的特长、故事介绍。

2. 电控组

(1) 利用百度云存放共享资料

上赛季所有机器人的代码以及硬件设计等所有资料全部存放于百度云之中，百度云文件更改和管理主要由大三老队员负责，大二队员共享所有参考资料文件。

(2) 一对一指导

每个老队员对一个大二队员进行负责，对其进行技术指导，以将其上赛季的经验传授给大二队员，以便大二队员更快地提高。老队员定期对新队员进行答疑，帮助解决一些调试过程中无法解决的问题。

(二) 精神传承

不断学习、改进技术，扩大队伍后备力量，培养更多技术人才，坚持“团结、高效、务实、创新”，致力于传承和发扬战队文化。

(三) 经验传承

每完成各阶段工作，及时做好总结，记录经验，让每一届负责人引以为戒，有前辈经验加成，能更好地完善工作。在经验传承方面，做到不断试验、完善、进步。



5. 预算分析

5.1 预算估计

表 4-8 预算估计

类目	子类目	费用	说明
研发耗材	机械部件	6620	CNC 加工件总和
		771	各类轴承
		176.5	轴承垫
		3926	碳板加工
		1308	3D 打印
		200	摩擦轮
		629.2	导电滑环
		299.78	螺丝和螺母
		220	连接件
		140	炮管
		1480	铝方管
		590	RA9008
	硬件相关	3150	工业相机
		1850	全局快门
		2556	超级电容
9353		官方物资	
工具相关	358.75	各类工具刀和工具收纳盒	
比赛差旅	车费	3200	200/人/次*8 人*2 次
	住宿费	4800	200/人/晚*8 人*3 天
其它	实验室管理	5000	用于宣传等

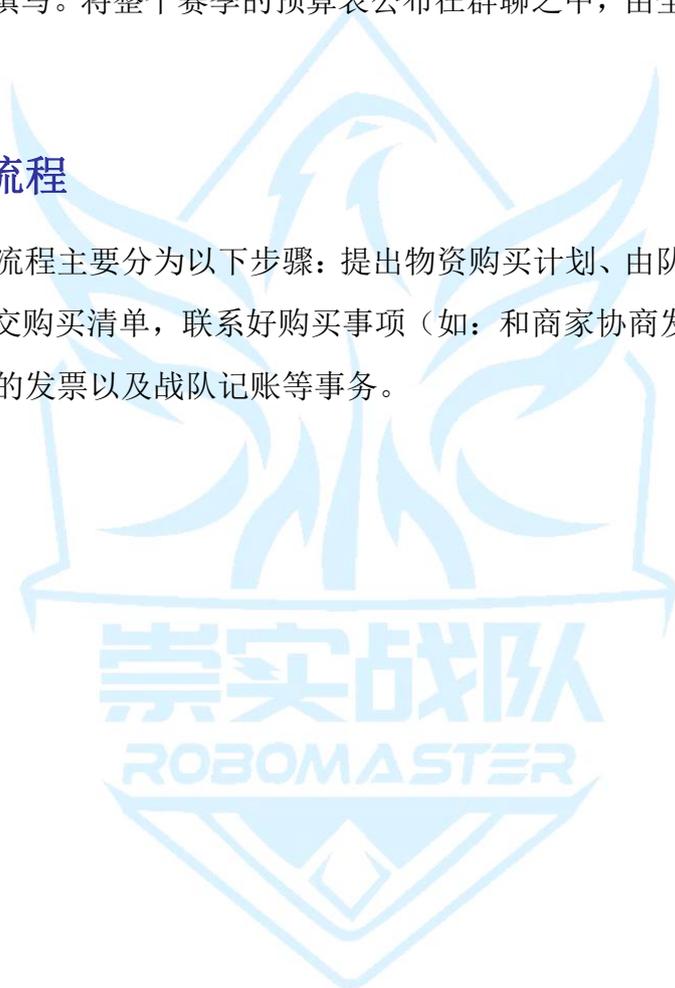
5.2 资金筹措计划

5.2.1 预算管理

在赛季初，整理好上一届留存下来的物资，记录在账。战队人员一起思考接下来的比赛中即将用到的物资，分为电控组、机械组、算法组和运营组分别记录在预算文档中，每个组分别将即将使用到的物资在淘宝中查清楚价格以及是否可以提供发票（供报销使用），随后将这些信息提供给项目管理人员，由项目管理人员整理最终的预算结果，完成《RoboMaster2022 机甲大师赛预算表》的填写。将整个赛季的预算表公布在群聊之中，由全体人员完善最后的预算表。

5.2.2 物资购买流程

战队的物资购买流程主要分为以下步骤：提出物资购买计划、由队长和项目管理人员审核计划、审核通过后提交购买清单，联系好购买事项（如：和商家协商发票的具体事宜），有项管收集所有购买物资的发票以及战队记账等事务。



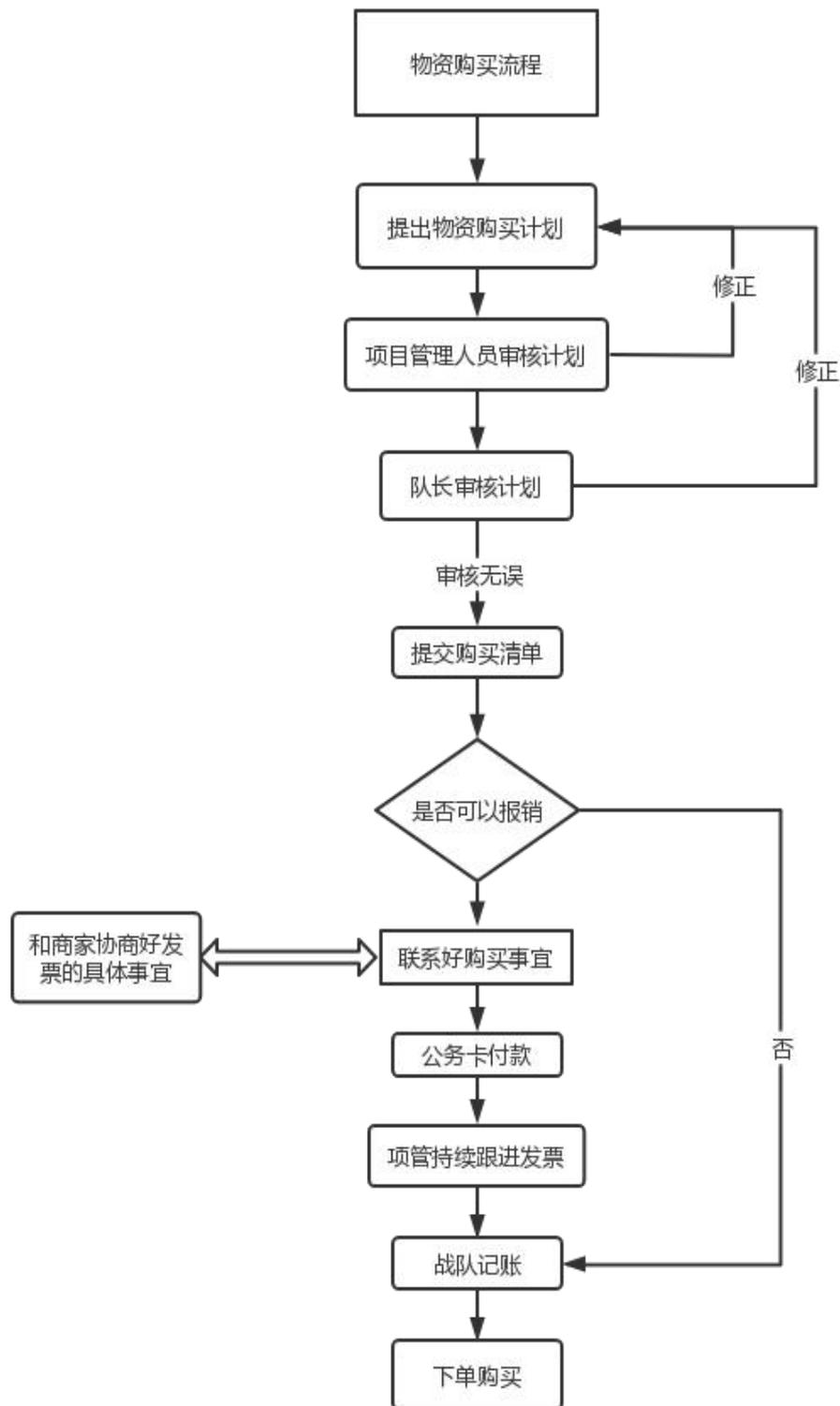


图 5-1 物资购买流程

5.2.3 财务记录方案

战队资金由战队队长和项目管理人員负责，所有支出必须由战队队长和项目管理人員

审核并在战队账目 EXCEL 文件内进行记录, 账目文件在腾讯文档中共享, 随时完成《RoboMaster 2022 机甲大师赛财务记录表》。

账目文件的具体记录内容有以下几点: 资金用途名称、账目记录日期、经办人、组别、记账人、金额、余额、发票类型和状态、备注。

表 5-1 财务记录

账目表内容	解析说明
资金用途名称	指资金入账的来源和支出的去向。(例如: 购买官方物件)
账目记录日期	用于记录账目的时间, 有利于发票的查找, 支出信息的查询, 可作为判断年支出的依据, 以及在大规模开销前做好充足的预算。
经办人	指此次支出的经手人, 便于后期通过个人支付宝查找支出明细。
组别	组别分为: 机械组、电控组、视觉组、运营组。便于清楚了解各组的开销以及整个赛季的花费情况, 是分析赛季支出的有利依据。
记账人	一般由运营管理人员进行专门的账目记录
金额	收入为+, 支出为-。清楚记录整个赛季的经费收支请款情况。
余额	目前队内所剩余的资金, 便于控制之后的开销。
发票类型和状态	用于记录战队用于进入报销流程的发票状况。
备注	对于特殊的情况需要进行备注。(例如: 商家不满一定的金额, 不给予发票)

5.2.4 发票报销流程

发票的报销一般会在每年的年底进行, 报销流程如下: 提交请购单和发票, 由指导老师审核是否可以报销, 可以报销的年终进行报销, 不可以报销的由全体战队人员垫付。

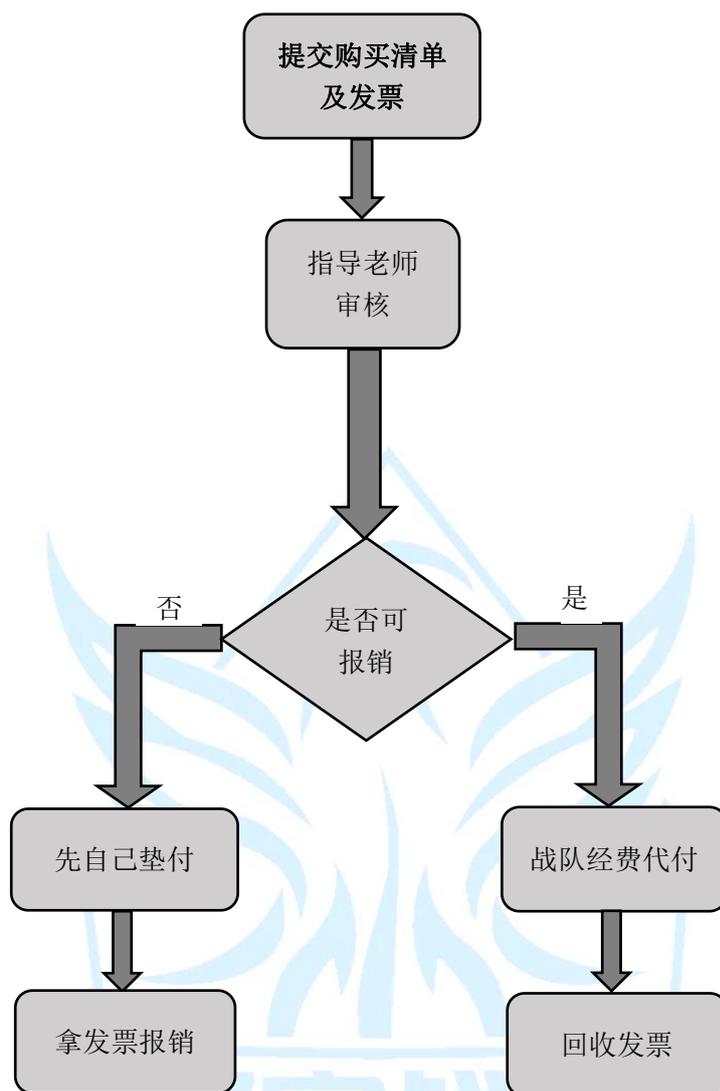


图 5-2 发票报销流程

6. 技术方案分析参考文献

表 6-1 技术方案分析参考文献

参考文献	技术方向	收获点分析
超级电容恒功率电源管理系统使用说明	电控	超级电容的控制及使用
RoboMaster GM6020 直流无刷电机使用说明	电控	实现 6020 电机的闭环控制
RoboMaster M3508 直流无刷减速电机使用说明 V1.0 (中英日)	电控	实现 3508 电机的闭环控制
RoboMaster 开发板 C 型嵌入式软件教程文档	电控	了解 RoboMaster 开发板 C 型的具体可实现功能
RoboMaster 开发板 C 型用户手册	电控	了解 RoboMaster 开发板 C 型的硬件结构
官方步兵例程	电控	电控软件框架
深圳大学 RM2019 视觉开源	算法	如何在程序中调用相机
bilibili-上海工程技术大学鸢机甲培训视频	算法	坐标变换与相机模型的结合使用
李立宗《opencv 轻松入门》	算法	开源图像处理框架的使用
OpenCV_contrib	算法	linux 基础操作；CUDA 加速结合的开源图像处理框架的使用
Github – ultralytics – yolov5	算法	深度学习驱动的目标识别算法的配置与使用
Github - xinyang-go - SJTU-RM-CV-2019	算法	基于传统算法的能量机关识别算法框架
Github - SEU-SuperNova-CVRA - Robomaster2018-SEU-OpenSource	算法	结构清晰的能量机关识别多线程处理流程
Github - Harry-hhj - CVRM2021-sjtu	算法	基于深度学习的能量机关识别算法框架与目标预测方案
git	算法	代码管理工具的使用



邮箱: 1098930606@qq.com

武汉科技大学RoboMaster崇实战队

地址: 湖北省武汉市青山区和平大道947号武汉科技大学信息科学与工程学院