



Using a 32-bit motor driver chip and field-oriented control (FOC), the RoboMaster C620 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster C620 P19 Brushless DC Gear Motor and C620 Brushless DC Motor Speed Controller, this 32-bit ASIC Assembly Kit includes several cables and a terminal board.

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

See M800 Assembly Kit include several cables and a terminal board, enabling complete system setup for your RoboMaster.

# ROBOMASTER 2024

## 机甲大师超级对抗赛

# 赛季规划

辽宁石油化工大学 TCN 战队 编制

2023 年 12 月 发布

# 目录

<b>1. 团队目标 (5)</b>	<b>5</b>
1.1 团队现状及目标制定	5
1.1.1 队伍可调用资源	5
1.1.2 一个赛季周期内完成的基础内容及进阶优化内容分析	11
1.1.3 其他队伍技术能力评估	13
1.1.4 成绩考量估计	13
1.1.5 团队目标建设	13
1.1.6 重大技术突破目标	14
1.2 目标制定依据	14
1.3 过程跟踪动作	15
<b>2.项目分析 (50)</b>	<b>17</b>
2.1 上赛季项目分析经验	17
2.2 新赛季规则解读	19
2.3 研发项目规划	20
2.3.1 步兵机器人	20
2.3.2 英雄机器人	24
2.3.3 工程机器人	28
2.3.4 哨兵机器人	32
2.3.5 空中机器人	35
2.3.6 飞镖系统	40
2.3.7 雷达	44
2.3.8 人机交互	46
2.4 技术储备规划	47
2.4.1 通用技术储备	47
2.4.2 特定兵种技术储备	49
<b>3 团队架构 (10)</b>	<b>51</b>
3.1 研发组织架构	51
3.2 职责说明:	51
3.3 团队架构表	52
<b>4. 资源可行性分析 (10)</b>	<b>57</b>
4.1 本赛季可用资源概述	57
4.2 资金预算分配规划	57
4.3 资源可行性分析	58
<b>5. 宣传及商业计划 (10)</b>	<b>59</b>

---

5.1 宣传计划.....	59
5.1.1 宣传目的 .....	59
5.1.2 宣传指标 .....	59
5.1.3 宣传规划 .....	59
5.1.4 周边规划 .....	61
5.2 商业计划.....	61
5.2.1 战队招商客户规划.....	61
5.2.2 战队招商资源优势及亮点.....	62
5.2.3 战队招商目标规划.....	62
5.2.4 本赛季招商目标 .....	64

# 前言

本报告由 TCN 战队编制，适用于 RoboMaster 2024 机甲大师超级对抗赛。主要撰写人员包括：

模块	撰写人员 1	撰写人员 2	撰写人员 3	撰写人员 4	撰写人员 5
机械	刘翰廷	周子健	余涛	刘馨歆	何梓东
硬件	王朝	史琛珑	姚睿		
软件	马玉滢	李想	刘佳琦	杨健	曹刘洋
算法	李俊峰	邓文博	库蓉	李婧怡	
管理	尹稼毅	何梓梁	谢立鹤		
宣传	李柯菲	邵瀚墨	赵英娜	任思怡	卢玉宾
商务	赵瑞宁	何梓梁			

# 1. 团队目标（5）

## 1.1 团队现状及目标制定

### 1.1.1 队伍可调用资源

TCN 战队对于现有的各类资产及物资都有严格的分配及再利用制度，在赛季初由各组队员对各项现有资源进行汇总，汇总给物资管理人员进行整理，对可继续使用的物资进行再分配，需补充的物资则制定采买表，由财务统一进行购买，再由项目管理进行清点和管理，待物资整合完毕后，下放给各个兵种负责人进行物资的使用与管理。

#### 1.1.1.1 总资产分析：

类别	来源	资源描述	初步使用计划
资金	学校、学院各级组织	各组织直接资金提供	用于官方物资、耗材以及加工件等材料的购买
加工设施	学院、老师提供	雕刻机、车床、3D 打印机等加工设备	用于本赛季机器人加工
物资材料	往届遗留、官方线上售卖	官方物资、耗材以及各式加工件等	用于本赛季机器人装配
宣传资源	网络媒体、社交平台	公众号、B 站	录制短视频或撰写文案上传至相应的网络平台

#### 1.1.1.2 官方物资分析：

TCN 战队对官方物资进行严格把控，在赛季初由财务人员进行物资管理，清点物资数量以及质量并统计，之后对新赛季官方物资的需求量做估计，并由财务统一进行物资购买补充。由项目管理人员进行集中清点和管理，按上报量进行物资的发放。各个兵种负责人管理好各

自物资，避免物资的丢失和损坏，从而尽可能节约成本。

名称	总数	类型	名称	总数	类型
RoboMaster麦克纳姆轮左旋	11	官方模块	RoboMaster装甲模块AM12 2020	1	裁判系统
RoboMaster麦克纳姆轮右旋	11		RoboMaster装甲模块AM02 2020	1	
RoboMaster M3508 P19直流无刷减速电机	38		RoboMaster装甲支撑架A型 2020	4	
RoboMaster C620 无刷电机调速器	44		RoboMaster主控模块MC02 2020	1	
RoboMaster GM6020 直流无刷电机	18		RoboMaster电源模块PM02 2020	1	
RoboMaster M2006 P36直流无刷减速电机	21		RoboMaster测速模块SM11 2020	1	
RoboMaster C610无刷电机调速器	21		RoboMaster测速模块SM01 2020	1	
RoboMaster Snail电机	10		RoboMaster图传模块VT12 2020	1	
RoboMaster C615电调	9		RoboMaster图传模块VT02 2020	1	
RoboMaster GM3510直流无刷电机	3				
RoboMaster电池架	10				
RoboMasterTB47S/TB48S	8				
RoboMasterDT7遥控器	4				
RoboMasterDR16接收机	7				
RoboMaster开发板A	7				
RoboMaster开发板主控C	2				
RoboMaster自制开发板H7	5		硬件自制		
陀螺仪	5		标准件		
304防滑螺母	若干				
内六角螺丝304不锈钢圆柱头	若干				
铜柱	若干				
XT30	若干				
XT60	若干				
miniPC-Intel NUC	5				
海康工业相机	1				
导电滑环	4				
24v转19v降压模块	3				
灯条	17				
dap仿真器	5				

图 1 官方物资清点

### 1.1.1.3 人力资源分析:

TCN 战队目前有正式队员 25 人；其中机械 7 人，电控 8 人，硬件 2 人，视觉 5 人，运营 2 人，财务 1 人。梯队队员 31 人；其中机械 12 人，电控 9 人，硬件 1 人，视觉 4 人，运营 6 人。另有 5 位指导老师以及 3 名顾问为战队提供技术支持。

#### 机械组人员安排:

由大二、大三队员作为主力技术输出，每个兵种分配一名负责人主要绘制机械图纸并组织完成装配。其余正式队员或顾问负责零件加工、协调装配或管理并培训梯队队员学习以及任务安排。

#### 电控组人员安排:

由大二、大三队员作为主力技术输出，每个兵种分配一名负责人进行电控调试，梯队队员可跟随调试。其余正式队员进行梯队队员培训以及日常管理。

#### 硬件组人员安排:

由大二、大三队员作为主力技术输出，以老带新的方式带领梯队队员熟悉各兵种并学习布线及线路焊接。

视觉组人员安排：

由大二队员作为主力技术输出，进行各个兵种视觉部分的开发与调试。分配部分正式队员负责梯队队员的培训与管理。

运营组人员安排：

由宣传经理负责制定运营组阶段性宣传任务、运营组整体工作框架以及运营组梯队队员日常管理，财务经理带领部分梯队队员进行队内物资采集并且管理部分运营组梯队队员日常。

### 1.1.1.4 技术积累分析：

截止目前为止，战队技术积累有：

机械方面：

- 1) 往届各兵种成品图纸
- 2) 重新设计的中心供弹结构，能够流畅供弹，不会出现卡弹情况，可用较小的反转角度来释放弹丸。
- 3) 针对 PLA 与 ABS 材料的极光尔沃 3D 打印机膨胀系数及打印参数等设定。
- 4) 可自行加工 6061 铝合金与各种合成板材。

嵌入式方面：

- 1) 电控方面能够熟练运用 CubeMX 配置 HAL 库；PID 控制、串级 PID 控制、各类基本模块的程序编写；熟练掌握线程类化、逻辑链表及远程函数的调用，熟练将其创建、运行、封装，以解决各类单片机命令及数据调用等问题。
- 2) 硬件方面熟练运用 Altium Designer 与立创 EDA 制作、处理电路板，以及具有调试各类电路和解决一些常见电路问题的能力；熟练掌握 STM32H743 主控板的电路设计、制作、参数设置及问题处理，以及 BUCK-BOOST 电路制作。
- 3) 对于云台模块的控制技术：
  - a) 云台部分：采用串级 PID 作为控制方法，利用电机的速度反馈和位置反馈建立负反馈环路，把速度环的输出作为角度环的期望角度，以实现云台角度的精准控制。
  - b) 小陀螺部分：规定底盘的旋转速度后，整车跟随云台运动。
- 4) 对于底盘模块的控制技术：
  - a) 麦克纳姆轮解算：将底盘的 RoboMasterM3508 减速直流电机的数据先解算成底盘模块的前进、平移以及旋转时的速度，再把遥控器或键盘的控制量加和，作为总控制量进行 PID 控制电流输出，以对底盘电机进行控制。

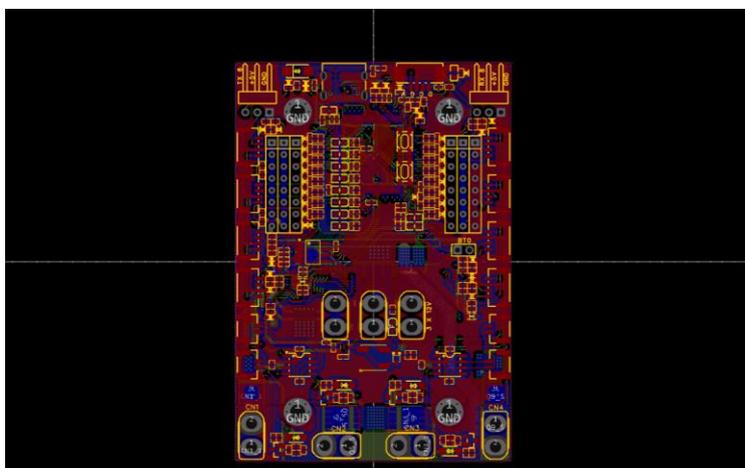
- b) 功率限幅：利用电机返回值来读取底盘各个麦克纳姆轮的功率输出，以保持接近但不超过功率上限。
  - c) 云台跟随：通过取云台 Yaw 轴电机与底盘的相对角度，将其导入前进方向偏角函数，以获取电机在底盘与云台角度稳定时的数据，通过底盘的数据处理，实时反馈底盘对于云台的相对角度进而跟随云台。
- 5) 对于发射机构的控制技术：

摒弃上赛季 RoboMaster Snail 2305 直流无刷电机带动摩擦轮，新赛季选择使用两个 RoboMaster M3508 直流无刷减速电机带动摩擦轮，使其带动弹丸进行发射；又由 RoboMaster GM6020 直流无刷电机控制拨弹盘进行弹丸推动供给，通过 PID 及线程类化等设计的程序，检测是否卡弹，检测到卡弹后发送指令使电机进行反转，以防止发射中途卡弹。

- 6) 对于开发板的自行研发能力：

战队具有自行研发的开发板，简称 H 板，H 板中使用 STM32H742VIT6 作为主控芯片，H 板具有 IIC、CAN、UART 三种协议。同时也定义了多个 timer 定时器引脚，也对每一个定时器的通道增加了伯恩半导体以进行静电放电的保护，使得 H 板更加安全稳定。H 板在 PCB 结构的设计上采用了四层板的结构，不同的信号线分开走线，使得 H 板具有更加良好的信息传输能力，能够更好地满足战队对于主控板的要求。

在新赛季中对 H 板加入抗磁干扰的设计，同时提高对超级电容的研发投入，在 RoboMaster 资料站上寻找超级电容的开源资料，在理解开源资料上各个部分的原理后，进行自主研发和设计，加入对于超级电容均压板的理解，最后设计出属于 TCN 的



图表 2 战队自研开发板 PCB 设计

超级电容均压板。战队自行研制了装甲板的灯条模块和主控模块，采用纯电路和开关的组合方式构建了可以用于视觉识别的简易装甲板，自制的装甲板模块采用了 3D 打印材料来构成其机械结构，配置有可充电锂电池可以更长久的使用。

7) 对于视觉处理方面的技术：

- a) 对于传统的装甲板识别、自瞄算法，战队算法已经比较成熟，通过颜色分离，提取轮廓，匹配轮廓等方法将灯柱作为标识选中装甲板区域。MiniPC 解算出目标装甲板相机系坐标，卡尔曼滤波器预计目标在惯性系的运动状态，基本可以完成装甲板的识别及自瞄。
- b) 拓展 Kalman 滤波击打匀速运动的物体有较高的命中率，同时更新速度较快。为了避免观测量之间的噪声相互叠加损害预测器的工作，使用 EKF，借其可以运用于非线性系统的优势，使预测更加准确且收敛更快。
- c) 设置 Buffer 值，以此避免电控裁判系统出错而击打车辆，每放行一块灰色装甲板，buffer 加 1。当 buffer 为 `dead_buffer_max_size` 时，不再允许放行灰色装甲板。而清空条件为未识别到装甲板或切换了一个 ID 的装甲板。

### 1.1.1.5 开源材料积累分析：

兵种类型	技术方向	资料类型	内容来源
步兵机器人	嵌入式	文档	青年云耕.MPU9250 介绍[OL].CSDN 博客
步兵机器人		文档	Bunghurst.RoboMaster 开发板 C 型 [OL].CSDN 博客
步兵机器人		文档	大疆 RoboMaster3508/2006/GM6020 电机使用教程[OL].CSDN 博客
英雄机器人		文档	<a href="https://zhuanlan.zhihu.com/p/38745950">https://zhuanlan.zhihu.com/p/38745950</a>
工程机器人		论文	Vaezi M, Seitz H, Yang S. A review on 3Dmicro.additive.manufacturing. technologies [J] . The International Journal of. Advanced. Manufacturing. Technology,

			2013, 67( 5-8) : 1721-1754.
工程机器人		论文	何松, 陈兴武. 基于 MPU9250 的无人机姿态信息采集及处理[J]. 福建工程学院报, 2016, 14(06) : 587-592.
飞镖机器人		视频资源	<a href="https://www.bilibili.com/video/BV1g44y1i7m4/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click">https://www.bilibili.com/video/BV1g44y1i7m4/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click</a>
各兵种通用		文档	RobMaster 开发板 C 型[OL]. CSDN 博客
哨兵机器人	机械	开源图纸	RM2021 福建师范大学 pikachu 战队开源-哨兵机械机构【RoboMaster 论坛-科技宅天堂】
各兵种通用		文档	【斯基小课堂】 Part1 - 结构设计的思维逻辑（出处：RoboMaster 论坛）
各兵种通用		文档	【斯基小课堂】 Part2 - 轻量化设计指南（出处：RoboMaster 论坛）
各兵种通用		视频资源	<a href="https://www.bilibili.com/video/BV1C7411W7mP/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click">https://www.bilibili.com/video/BV1C7411W7mP/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click</a>
步兵机器人		开源代码	<a href="https://github.com/XianMengxi/AutoAim">XianMengxi/AutoAim</a> HUST:The. robot team. LANGYA. of. HUST, RoboMaster. Open Source (github.com)
步兵机器人		开源代码	GitHubSanZoom/RM2022-Infantry-Vision: RMUC2022 赛季 IRobot 战队步兵视觉完整代码

步兵机器人	视觉	开源代码	<a href="https://github.com/wildwolf-team/WolfVision.git">https://github.com/wildwolf-team/WolfVision.git</a>
步兵机器人		开源代码	GitHub - NZqian/WMJ2021-RM2021-华南理工大学广州学院-野狼-步兵机器人
工程机器人		开源代码	RM2021-武汉大学-崇实-工程视觉辅助开源
哨兵机器人		开源软件	西安电子科技大学-电控上位机开源
飞镖机器人		开源代码	<a href="https://github.com/gaowanlu/RMDartsVision">https://github.com/gaowanlu/RMDartsVision</a>

### 1.1.2 一个赛季周期内完成的基础内容及进阶优化内容分析

兵种	基础预期	进阶优化
英雄	英雄机器人能够平稳运行、流畅发弹，自动识别并跟随装甲模块。能够实现击打 5 米外的大装甲板每 20 发命中率在 80% 以上。能够实现击打转动中装甲板每 10 发 50% 命中率。	英雄机器人能吊射 20m 外的直径 600mm 以内的目标并且命中率达到每 15 发 80% 以上命中率。英雄机器人整体质量降低，在同等功率下获得更高的移动速度。英雄机器人能够进行飞坡。
工程	工程机器人能够平稳运行；能够迅速从大资源岛凹槽中取出已经掉落的金矿石和小资源岛上的银矿石；能够迅速完成一级兑换。	能够完成 3 级难度的兑换；减轻整体重量以提高续航能力；能够流畅的捡起地面掉落的矿石。
步兵	步兵机器人能平稳运行、流畅发弹；自动识别并跟随装甲模块；能够实现击打 5m 外的小	步兵机器人能够平稳飞坡；能够实现击打小陀螺状态下的敌方步兵机器人达到每 20 发 70% 命中率；整车减

	装甲模块达到每 50 发 85%的命中率。能够击打移动中的小装甲模块达到每 20 发 60%的命中率。	重，在功率不变的前提下获更快的移动速度；能够在 30s 内完成能量机关的激活。
哨兵	哨兵机器人能够平稳运行、流畅发弹；能够在巡逻区内进行简单移动；能够识别并击打巡逻区附近的地方单位；能够在巡逻区进行小陀螺。	能够实现巡逻区外巡航；能够自动追击敌方机器人；实现 17mm 下供弹结构。
飞镖	飞镖系统能够平稳运行；保证飞镖发射时弹道稳定；击打 16m 外直径 350mm 以内的目标达到 25%的命中率。	打 16m 外直径 350mm 以内的目标达到 30%的命中率；进一步提升稳定性，防止出现转动自锁现象。
空中	空中机器人可以完成起飞、运动、悬停、降落等基础完整运动。	空中机器人飞行后可以在空中向着指定目标连续击打。
雷达	雷达可以显示正常的调试画面。	

### 1.1.3 其他队伍技术能力评估

通过与其他战队沟通与技术交流，以及对队内技术水平分析可知，我队作为非甲级队伍，在非甲级队伍的水平里处于中上游水平，且与其他非甲级队伍面临着相同的问题：如：比赛经费紧张、技术局限性大、新队员创新能力不足以及团队部分协调配合不佳。但仍有能力完成基本的技术开发与装配任务，以推动备赛进度。跟甲级队伍相比，我队与其仍有不小的技术差距。如：机械方面：其他甲级战队能够自主开发并且测试新型机构，且学校对于比赛相对支持，有稳定的资金来源，但我校因学校支持力度以及经费与时间原因导致测试量不足，很多结构无法在赛场上稳定运行；电控方面：其他甲级战队有丰富的知识储备以及教师指导，由于我队建立时间不长且线下经验不多，不能灵活处理各项问题；视觉方面：其他甲级队伍有丰富的经验及数据库帮助完成各项视觉处理，且向着神经网络等深层次技术发展，但我队视觉方面经验不足且技术断层，导致实际视觉处理仍未正式应用到各兵种上。

### 1.1.4 成绩考量估计

经过上赛季的线下经验积累以及队伍发展至今的技术积累，我队预期成绩是进入全国 96 强的基础上，争取获得机甲大师对抗赛区域赛二等奖，并在高校积分榜中提高到 110 名以内。联盟赛取得一二等奖左右的成绩。保底成功参加高校联盟赛并取得三等奖的成绩。

### 1.1.5 团队目标建设

建立可以管理 30 至 50 人的预备队员梯队制度，其中包括打卡制度、培训制度以及考核制度，最终机械方面培养出至少 15 人的预备队员，嵌入式方面培养出至少 10 人的预备队员，使预备队员具备正式队员的大部分技术水平。机械方面熟练使用 SolidWorks 绘制机器人图纸以及 3D 打印机的使用，会使用仿真软件进行机器人的运行模拟，例如：机器人底盘或云台图纸绘制，以及其实际制作和装配。硬件方面熟练使用 AltiumDesigner 制作电路板，以及具备调试电路和解决一些常见电路问题的能力，例如常用的 STM32H743 主控板，BUCK\_BOOST 电路制作，以及调试具体参数等。电控方面熟练掌握 HAL 库的配置以及 CubeMX 的使用，能编写基本模块的程序，如陀螺仪数据的读取，位置式 PID 的调参，以及串级 PID 的调参等。

建立管理正式队员高效合作的协同制度，包括打卡制度和任务制度，各个小组分配任务，在每个时间段进行汇报以及总结，以小组开会的方式节约时间以及提高小组效率，至少可以节约 30%的时间以及提高 20%的效率。提高团队合作默契，增强团队责任感，让每个团队成员都有目标、有动力、有活力地去为目标而奋斗。

## 1.1.6 重大技术突破目标

机械方面：

- 1) 对所有机器人的结构进行优化，吸取往年经验，缩小本赛季机器人的整体体积，并优化减重设计，保证机器人的整体质量与体积低于规则质量，并且分布合理，机器人运动姿态顺畅。
- 2) 哨兵机器人底盘结构优化，使用全向轮作为新底盘车轮，使其小陀螺旋转可以更加流畅。

嵌入式方面：

电控方面：

- 1) 稳定的控制器，根据被控对象的特性对经典 PID 控制器进行优化，可以提高控制器的响应速度，优化超调量，使控制更加精准。
- 2) 控制流程，根据被控变量，选择合适的串级、前馈组成控制回路，可以提高控制效果。

硬件方面：

积累 EMC 相关经验，重新设计一个符合 EMC 要求、体积更小、功能更加全面的主控。

视觉方面：

本赛季使用参数自适应的方法，能够在分割图像时自动选取合适的阈值，也能够在分类图像时得到错位率最小的置信度阈值。

## 1.2 目标制定依据

机械方面：

上赛季中，我队机器人出现体积大、灵活性不足的问题，尤以英雄机器人为主。如在上赛季联盟赛中，英雄机器人在每次离开启动区都有撞墙的现象存在。在反复研究轻量化设计方法后，本赛季决定采用更加简洁轻便的设计来降低机器人整体尺寸，从而在同等底盘功率下获得更快的加速。

上赛季中，英雄机器人采用下供弹结构，导致弹链过长，且在云台处近乎  $45^\circ$  的供弹夹角，使得机器人在持续射击的情况下多次发生卡弹现象，结构冗杂，本赛季中对于英雄机器人将重新设计中心供弹的方式来减少卡弹情况。

上赛季中，哨兵机器人底盘采用麦克纳姆轮，在小陀螺运动时，出现底盘功率很高但转速

依旧不够的问题，本赛季将重新设计哨兵机器人底盘结构，使用全向轮作为底盘车轮，以此来提升底盘转速。

嵌入式方面：

电控部分：上赛季如步兵机器人车轮依旧有抱死打滑的现象，故需对各项电机 PID 进行优化甚至算法更改，以及其余各运动模块的优化。

硬件部分：上赛季自主设计的主控板对于 EMC 测试的优化没有完成，本赛季仍需改进，否则难以应对赛场上复杂的电磁环境。

视觉方面：

上赛季针对陀螺仪对装甲板的对应关系做出严格调整后，车辆视觉漂移问题有了极大的改善，但在云台移动中依旧有很大的延迟需要与电控方面协商处理。

上赛季图像 UI 未能及时完成，在实际上场时对操作员有很大的影响，本赛季需对 UI 进行设计及测试。

上赛季结束后与其他战队讨论后，传统视觉处理方式已经不再为主流的处理方式，现战队将针对神经网络进行学习，以保证在之后的赛季可以完整使用。

## 1.3 过程跟踪动作

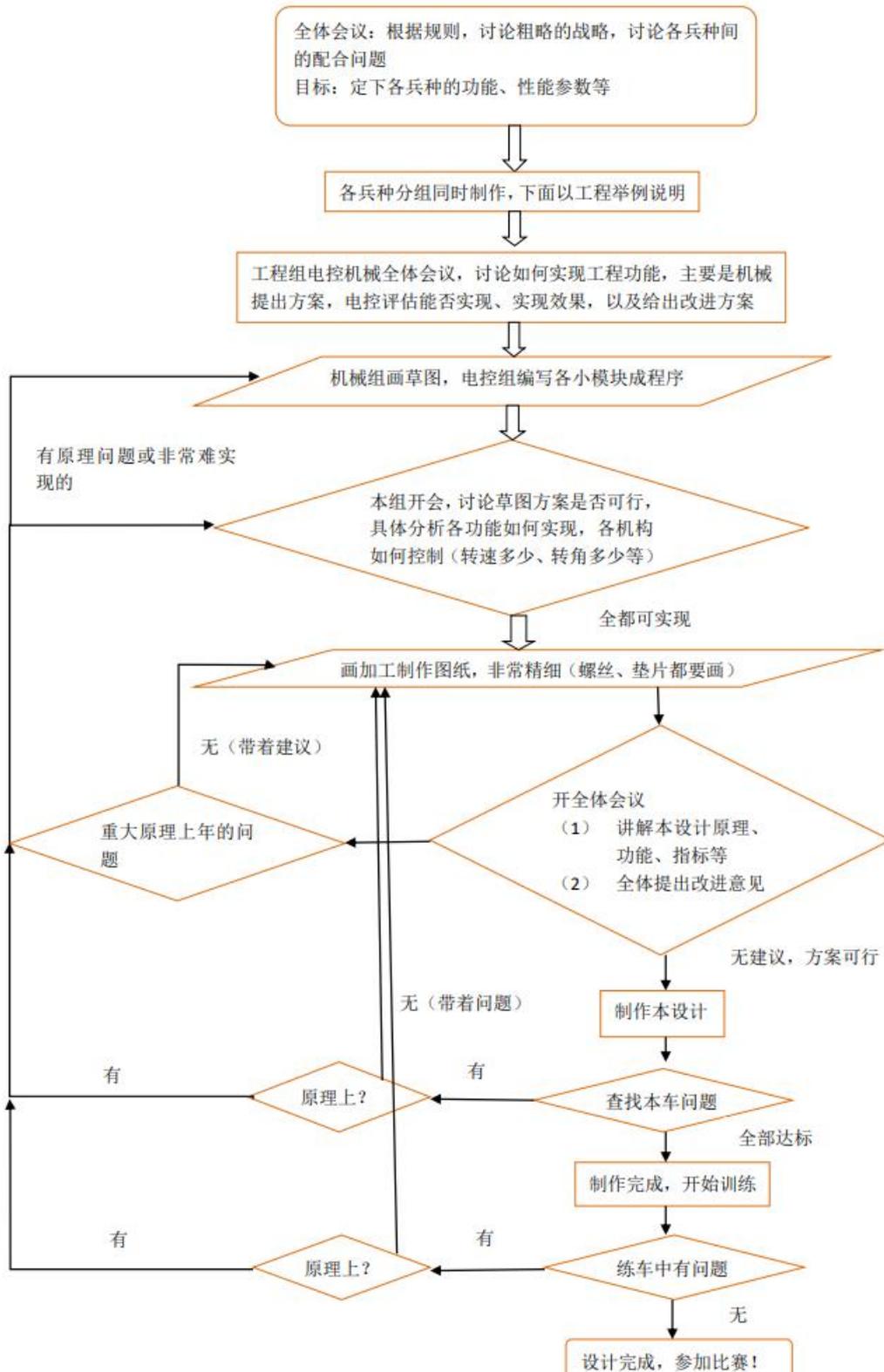
### 1) 阶段汇报

每周管理层组织各组长及兵种负责人进行进度规划以及任务安排，安排的任务由各组长及兵种负责人分发到下层中去；对于下发到每个负责人的兵种与进度规划，在每周末时由项管验收。验收的同时检验工程质量，并及时进行测试与纠正。

### 2) 团队贡献度

将团队贡献度以任务完成度的形式进行量化，对于各兵种的任务与目标及时验收完成度，增强队员的责任感和归属感。

3) 机器人制作流程图



## 2.项目分析（50）

### 2.1 上赛季项目分析经验

**嵌入式方面：**

**成功因素：**

**硬件设计与集成：**在硬件设计和集成方面取得了重要进展。设计出功能齐全、稳定可靠的机器人，将各种传感器和执行机构有效地整合在一起。

**软件开发与算法优化：**在软件开发和算法优化方面取得了成果。编写了高效的控制程序和决策算法，使机器人能够实现各种复杂任务。

**实时数据处理与传输：**通过高效的数据处理和传输技术，实现了快速准确地处理和传输机器人的感知数据和状态信息。。

**问题挑战：**

**能耗管理与电源设计：**在能耗管理和电源设计方面面临一些挑战。在比赛过程中发现机器人电池容量不足，或者电源管理策略不够优化，导致机器人工作时间较短或出现超功率死亡的情况。

**实时性与稳定性：**在处理实时数据和决策时遇到了挑战。我们需要更好地优化算法和提高系统的实时性，以确保机器人能够快速准确地响应环境变化。

**基于 23 赛季的总结，新赛季的项目分析与研发规划可以侧重以下几个方面：**

**能耗管理与电源优化：**针对能耗管理的问题，可以进一步研究电源设计和功率管理策略，延长机器人的工作时间，并优化电池容量与充电周期等。

**稳定性与可靠性：**加强嵌入式系统的稳定性和可靠性，通过更严格的测试、调试和故障排除流程，提高机器人的表现。

**算法优化和实时性：**进一步优化嵌入式算法，提高决策速度和系统的实时性。

**通信与协作：**考虑到比赛中多机器人之间的通信和协作，研究更可靠、更高效的通信协议和机制，以确保良好的协同工作和信息交流。

**机械方面：**

结构强度不够，严格按照规定时间完成进度，在进度规划中留有时间进行结构测试。

**设计缺陷：**由于过于追求强度而大量使用紧固件，以及不能对板材进行充分减重，质量过大，从而带来不灵活、超功率等问题。新赛季将引入有限元分析，在设计时对关键结构连接件进行应力分析，充分减重。减少玻纤板的泛使用。对于强度要求不高，不受或者少受弯折力的板材必须使用环氧板。发射机构、底盘核心链接处尽量使用碳板或玻纤板。严禁大量使用螺栓螺母，只在需要紧固的地方使用螺栓与螺母。模块化的零件之间可以用铆钉固连。

**材料单一：**积极开发和采用新材料。

**视觉方面：**

装甲板和大小符已经基本能够准确识别，基于传统视觉和深度学习相结合的方式，缺陷是帧率过低，超过三十帧识别效果不是很理想，新赛季将着重优化算法提高处理速度以满足比赛的实际需要。摄像头容易受光干扰，得提前做好自适应化曝光值处理。

在新赛季通过对传统视觉和深度学习相结合的算法进行深度优化，我们旨在显著提高帧率。这包括但不限于：

- 1) 优化图像处理算法，减少计算复杂度。
- 2) 使用更高性能的硬件设备，如 GPU 加速，以加快图像处理速度。
- 3) 采用异步处理技术，将图像处理任务分解成多个线程，提高并行处理效率。

针对摄像头容易受光照干扰的问题，我们将引入自适应曝光值处理。这包括：

- 1) 实时监测光照条件，并动态调整曝光值，以确保目标在不同光照条件下仍能保持良好的识别效果。
- 2) 引入光照模型，根据光照强度对图像进行补偿，提高目标的对比度和清晰度。

为了提高团队协作效率和代码质量，我们将代码库迁移到 GitHub 平台上进行协作开发。这带来的好处有：

- 1) 每个版本的代码都有明确的备份，方便回溯和比较不同版本的改动。
- 2) 团队成员可以方便地提出问题、建议和改进，并进行实时的代码审查。
- 3) 引入持续集成（CI）和持续部署（CD）流程，以确保每次代码提交都经过全面的测试和验证。

为了提高团队成员的专业性和效率，将每个视觉组成员负责不同的模块。这包括但不限于：

- 1) 装甲板识别模块
- 2) 大符识别模块
- 3) 弹道轨迹预测模块

每个模块都由团队成员负责。通过模块化的开发方式，我们能够更容易地进行并行开发，提高代码的可维护性和可扩展性。

为了调动团队成员的积极性和确保项目的顺利推进，我们将各兵种负责人明确其职责，并相互监督。这包括：

- 1) 设定明确的任务目标和时间节点，由各兵种负责人负责监督执行。
- 2) 定期举行团队会议，分享经验、讨论问题，并对团队成员进行技术交流和培训。
- 3) 设立激励机制，鼓励团队成员提出创新性的解决方案，激发团队的创造力和团队凝聚力。

## 2.2 新赛季规则解读

由于 24 赛季更侧重于自动化、人工智能化方向发展，相较于 23 赛季对平衡步兵的大力支持，新赛季限制了平衡步兵的数量，以使得比赛更加流畅，在每个队伍只能上场一个平衡步兵的情况下，有效缓解了平衡步兵对峙产生的僵持。此外处于半自动控制操作方式下的英雄、步兵机器人获得的任意来源经验均提升 100%，处于半自动控制操作方式下的工程机器人通过兑换矿石获得的经济提升 50%，并且该值还会与兑换站机制下的经济倍率独立乘算。从这些令人惊讶的收益数值来看，足以证明官方正在促使不同队伍朝着半自动化控制方向发展。

雷达的功能迎来一次重大飞跃，在以往的识别对方地面机器人的基础上增加“标记易伤”功能，当对方机器人的被标记进度达到 100 时，则会减少 15%的防御增益。己方雷达每使对方机器人易伤一分钟，即可获得获得一次可自主触发的机会，使易伤效果翻倍，持续 10s，每局最多触发两次，最高对敌方造成-30%的防御增益。从而围绕雷达展开的战术将越来越丰富。

大资源岛包含三条封闭路径，工程机器人不再采用掉落空接的方式采取矿石，而是事先放置于狭窄空间里，需要更加灵活的机械臂和机械爪来完成采矿任务。对于我队来说即是采矿

难度的降低，也是迫使我队追求更加灵活以及半自动化控制的改变。此外大资源岛前方的 R2 环形高地打通了一条“隧道”，如果步兵机器人的尺寸能够顺利通过“隧道”，毫无疑问将会在进攻以及防守方面获得更多选择。

新赛季基地原飞镖检测模块将会改为大装甲模块，对于空中机器人来说具有打击优势，在赛场中将会获得更多出场机会。

## 2.3 研发项目规划

### 2.3.1 步兵机器人

#### 2.3.1.1 技术难点分析

在 RoboMaster2024 赛季中，地图的巨大变动使得步兵机器人需要更加灵活，快速的运动姿态调整。对于连通双方基地的狭窄隧道，以及飞坡周围的公路改动，步兵机器人需更具适应地形的能力，所以需要通过实验和理论分析，对其底盘进行改进和建立新的解算方法。新赛季取消了弹速优先配置，而且最大储弹量有了大幅削减，所以提高弹丸的初速，以及提高弹丸的命中率也是今年的重要研究方向。

#### 2.3.1.2 规则及其需求分析

本赛季，步兵机器人在规则上有所变动。

首先，地形的改动使得地图中央出现了一条联通双方基地的狭窄隧道，为使车身更轻便，小陀螺旋转更快速灵敏，将底盘轮组更新为全向轮，对底盘运动重新解算，底盘跟随云台，云台除抖等方面进行优化与加强。也会在新的步兵设计构造基础上进行调试与完善。

其次，本赛季取消了弹速优先配置。摩擦轮对弹丸的加速不仅需要通过空气动力学分析枪管内的弹道，还需要研究出膛后的弹道，对云台设计时要考虑到 Yaw 轴及 Pitch 轴方向电机的安装和限位，云台 Pitch 轴俯角不小于  $30^\circ$ ，仰角不小于  $45^\circ$ ，Yaw 轴可在 Pitch 轴任意角度相对底盘  $360^\circ$  自由旋转，避免拨弹机构卡弹现象发生。

最后，规则改动大幅削减了最大储弹量。这就意味着要增加弹丸的命中率，步兵机器人需要通过更精准的控制使其能在起伏路段平稳运动、在飞坡落地时保持姿态平稳、小陀螺变速、转弯灵活、由此达到弹丸各状态的发射稳定。

对于平衡步兵机器人以及自动步兵机器人，我队会在步兵机器人制作调试后对这两种机器人进行设计，并进行物资预购买及预算统计。如条件允许，会根据图纸进行加工机械零件

并进行装配，将平衡步兵机器人及自动步兵机器人运用到赛场之中。

### 2.3.1.3 功能需求



### 2.3.1.4 研发进度安排

时间	整体规划
2023. 10. 18-10. 20	设计步兵底盘，2号出图
2023. 10. 20-10. 22	3号到5号讨论底盘问题，6号到10号改底盘图纸
2023. 10. 22-10. 24	装配底盘，并同时设计步兵云台，20号底盘装配完毕，云台出图
2023. 10. 24-11. 01	21号到23号讨论云台问题，24号到28号改云台图纸
2023. 11. 01-11. 16	云台装配，6号装配完成
2023. 11. 16-11. 17	第一辆步兵装配，14号装配完成
2023. 11. 17-11. 19	电控调试，26号结束
2023. 11. 19-12. 04	视觉调试，5号结束
2023. 12. 04-12. 21	视觉，电控联调，16号第一辆步兵完成
2024. 02. 19-03. 01（中期进度考核）	底盘装配，15号装配完成
2024. 03. 04-03. 08	云台装配，25号装配完成
2024. 03. 11-03. 15	第二辆步兵装配，5号装配完成
2024. 03. 18-03. 22	电控调试，13号结束
2024. 03. 25-03. 29	视觉调试，23号结束
2024. 04. 01-04. 05（完整形态考核）	视觉，电控联调，5号第二辆步兵完成

### 2.3.1.5 人力投入安排

角色	职能
兵种负责人	负责对每个人员进行分工，把控机器人的总体研发进度，并能及时协调各组交流沟通
机械	设计并优化图纸，进行机器人的构思与优化，对各个零部件进行加工和装配
嵌入式	编写步兵机器人代码，机器人软硬件设计及代码维护

视觉	负责步兵机器人视觉识别功能，对视觉强大的算法进行开发和调试
----	-------------------------------

### 2.3.1.6 视觉改进方向

- (1) 提高对装甲板的识别
- (2) 提高算法，计算到敌方装甲板的距离
- (3) 能量机关的识别与坐标的返回
- (4) 识别基地装甲板

#### 利用 OpenCV 传统算法的图像预处理

在对相机捕获的图像进行初始的处理时，我们采用 OpenCV 的经典算法对每一帧进行合适的处理以最大化的提取目标的有效信息：

##### 1) 颜色提取处理、二值化处理及开闭运算

首先将相机捕捉的图像转换为灰度图，增强图像的对比度并二值化处理，然后依次进行开闭运算，这样能够有效减少图像的噪点，增强目标轮廓特征，为之后的处理做铺垫。

##### 2) 轮廓检测与筛选

使用 OpenCV 的轮廓检测函数检测出矩阵中所有的轮廓，然后根据轮廓点数、轮廓面积、轮廓近似形状，以及轮廓的拟合旋转矩形的角度判断轮廓对应的物体是否为目标。

##### 3) 根据筛选出来的轮廓的拟合外界矩形，裁剪出源图像里对应的物体的局部图像，将图像传给 yolo 识别模块，这些对应物体为可能的敌方目标。

#### 利用 yolov8 的分割算法锁定目标

使用训练好的 yolo 分割模型对传来的矩形图像进行识别并分割目标，计算目标的中心坐标，将敌方目标坐标传给目标运动预测模块。

#### 卡尔曼滤波预测目标移动

- 1) 使用卡尔曼滤波算法对接收到的连续多个坐标进行轨迹预测，并将预测的目标移动坐标传给位姿计算模块。
- 2) 通过使用 OpenCV 的 solvePnP 实现坐标从相机坐标系到世界坐标系的转换，计算出目

标的世界坐标，根据此坐标进行打击。

3) 根据世界坐标系计算出目标与英雄机器人的距离，以进行精准的预瞄。

## 通过操作手的个人决策清除误检目标

为了应对赛时机器人视觉系统出现误检测，我们设计了目标重检算法：操作手按下特定遥控器按键，视觉系统清除当前锁定目标，重新检测目标。

## 2.3.2 英雄机器人

### 2.3.2.1 需求分析

在本赛季中，由于新赛季地图的拓扑结构的改变，增加了中央隧道，英雄机器人面对狭小的隧道不足以展示其能力，但是英雄机器人的吊射能力依然可以起到绝对性的作用，所以在保证并提高英雄机器人的吊射能力之外，将英雄机器人比例缩小，使其比上赛季更加灵活，故对底盘的悬挂系统有着较高要求。功率方面，在优化功率和提高整车的稳定性上，需要做出更好的修改。

总的来说，跑的稳、打的准和响应快，对于英雄机器人是一个必须的指标。在观看过我队2023赛季高校联盟赛的比赛后，不难发现，我队英雄机器人因搭载的超级电容的优化不完全，导致整车稳定性不佳，出现了自动扣血和频频掉线的现象，在赛场上的英雄机器人显的笨重，故在优化其他功能时需着重优化超级电容搭载，保证比赛时英雄机器人功能正常。其次在云台方面，做到运动平稳，转动丝滑，电控和视觉方面优化其程序，使云台控制能够与缩小后的底盘相互匹配，在供弹方面，使供弹链顺滑，尽可能杜绝卡弹，退弹的现象。机械方面保证云台的 Yaw 轴和 Pitch 轴稳定，避免出现云台抽搐抖动，严格把控机身整体制作材料，在保留下供弹结构的同时，使整车在前行时表现的更稳定，寻路更准确。

### 2.3.2.2 技术难点

机械设计方面，MiniPC 安装位置问题使云台发射机构臃肿，外置弹链尺寸难以调制，M3508 电机联轴器以取代法兰使轮距缩小，达到缩小整体体积的目的；中心供弹的个别结构设计仍存在问题，发射机构的缩小导致英雄机器人在发射 42mm 弹丸会存在一定后坐力，还有云台后置弹簧平衡发射后坐力的问题等，这些都需要在设计的同时通过实物进行测试，得出最合适的方案。电控方面，要考虑新英雄机器人拼装完成后预留的调试时间，尽快使其达到预想中的最优状态。超级电容需要优化再设计，在超级电容的加持下能够更好的调控英雄机器人在场上的电机速率，这对于提升整体实力十分重要。视觉方面，完善上赛季代码，进一步配置

自瞄控制等功能，提供更优算法配合图传完成弹丸击打任务。

### 2.3.2.3 设计思路

#### 上赛季遗留问题

1) 上赛季采用了 42mm 单发射机构，但由于 MiniPC 装配位置不当，依然使得云台整体结构过大，使云台 Yaw 轴及 Pitch 轴转动缓慢，略显笨重。

2) 弹链部分选择了延续已久的内置弹链，但弹路部分区域存在卡弹甚至弹丸干涉现象，且弹路长度相比于其他方案会更长，当弹丸运行至云台部分时，拨弹盘的 M3508 驱动电机稍显力不从心。

3) 由于超级电容不匹配导致英雄机器人在比赛时启动后就出现超功率而导致自动扣血，甚至出现了掉线的现象。

4) 英雄机器人底盘过大，底盘悬挂结构力臂过长，使整车减震效果不佳。

#### 主要改进方向

##### 底盘：

- 1) 更改悬挂结构，改变 M3508 电机联轴器，缩小整车比例，使整车在获得更好的减震效果的同时，获得更好的稳定性及机动性。
- 2) 合理利用空间，选择合适版材，在无需承重的地方采用较轻的环氧树脂板材，合理调整整车的重量和尺寸。
- 3) 电控方面需要适配在装有超级电容后的底盘，对底盘功率进行合理优化，调整底盘各电机的功率分配。

##### 云台：

- 1) 抛弃内置弹链的传统做法，选择在导电滑环之上使用外置弹链，同时外置弹链辅以轴承顺滑，将以往内置弹链所占的空间处安装 MiniPC，进一步对云台进行减重，理想预期在云台发射机构安装部分仅有电机驱动板、摩擦轮、陀螺仪。
- 2) 对云台线路的优化，在机械组人员画图时需要跟电控组人员紧密沟通，要留有充足的布线位置，方便电控人员调试，以及在场上维修电路。

##### 发射机构：

- 1) 将云台各部分进行模块化设计，采用快拆结构，便于升级优化及维护。

2) 精准调整摩擦轮速度闭环，尽可能保持每个弹丸初速度一致，减少摩擦轮转速不匹配而导致弹道分散。

3) 在场下时配置光电传感器对弹丸实时测速，获得弹速反馈，限制发弹量，模拟赛场环境。

## 核心机构设计说明

### 轮组：

底盘采用麦克纳姆轮，可实现全向移动。避震结构采用独立式悬挂，质量轻，减小车身受到的冲击，提高了车轮的地面附着力。左右轮组单独运动，互不干涉，减小车身的倾斜和振动。弹簧弹性好，可吸收路面振动，高速时行驶稳定。轮组板材经 SolidWorks 有限元分析，采用最佳受力结构。

### 拨弹：

拨弹结构采用波轮切线拨弹，保证发射时不会出现卡弹的情况。供弹结构采用下供弹模式，弹丸穿过导电滑环后经过外置弹链进入发射机构，节省空间的同时减少卡弹发生。

### Yaw 轴转动：

采用两个 5M65 齿的同步轮，同步轮工作时具有传动准确和工作时无滑动的优点。传动平缓，传动效率高达 0.98。

### Pitch 轴转动及发射机构：

将 MiniPC 移至云台原内置弹链区域后，云台发射机构大幅减重，不需要采用以往对称 6020 电机驱动，同时为配合外置弹链，故本次将在一侧使用 6020 电机进行 Pitch 轴驱动，另一侧采用轴承及 3D 打印件配合将弹丸送至摩擦轮前。英雄发射枪管使用合金加工件，摩擦轮驱动电机使用无减速箱的 M3508 电机，以此保证弹速稳定。

## 2.3.2.4 人力投入安排

角色	职能
兵种负责人	负责人员的分配，对每个人员进行分工，把控机器人的总体研发进度，并能及时协调各组交流沟通
机械	设计并优化图纸，进行机器人的构思与优化，对各个零部件进行加工和装配

嵌入式	编写英雄机器人代码，机器人软硬件设计及代码维护
视觉	负责英雄机器人视觉识别功能，对视觉强大的算法进行开发和调试

### 2.3.2.5 研发进度安排

时间区间	内容
2023. 10. 18-10. 20	根据新规则对其进行开会分析，分模块化构思新的英雄机器人，找到电控的主要注意事项
2023. 10. 20-10. 22	绘制底盘图纸，加快对底盘的加工装配，改动机器人需及时沟通，电控编写优化程序
2023. 10. 22-10. 24	对底盘进行加工装配，电控初步调试制作好的初版底盘，发现问题并解决问题
2023. 10. 24-11. 01	对整体英雄机器人进行加工装配，电控逐步跟上机械组的步伐，调试各个模块参数
2023. 11. 01-11. 16	第一版整车在电控测试后出现的问题总结，优化机械结构部分和电控程序部分
2023. 11. 17-11. 19	继续优化完善第一版英雄机器人
2023. 11. 19-12. 04	优化英雄机器人的各部模块，了解各部位参数
2023. 12. 04-12. 21	针对第一版出现的问题，提出解决方案，与电控讨论，电控着手解决问题给出改进方向
2024. 02. 19-02. 23	对机械结构优化或者更换方案，并优化程序
2024. 02. 26-03. 01（中期进度考核）	尝试改进后，绘制新的三维图纸
2024. 03. 04-03. 08	机械人员与电控人员共同讨论新方案的可行性
2024. 03. 11-03. 15	确定整车的最终版，进行加工装配

2024.03.18-03.22	电控对装配后的整车进行调控，确定操作手后及时上手熟悉比赛模式
2024.03.25-03.29	对测试中出现的问题进行结构优化与代码优化，电控和视觉合作调试并优化自瞄，测试稳定性。操作手熟悉并操作整车，根据操作手的反馈进行最后修改。
2024.04.01-04.05（完整形态考核）	开始准备备用零件，将比赛期间零件损坏对比赛的影响降到最低，同时对英雄机器人进行最后完善

## 2.3.3 工程机器人

### 2.3.3.1 需求分析

#### 规则分析

通过观看其他学校比赛视频，发现多数战队工程机器人的夹取机构已由传统机械式夹爪升级为气动式吸盘，这对于机器人的整体尺寸、抓取速度等方面都有着不小的提升。很多战队会选用机械臂作为工程机器人的抬升机构与夹取机构。机械臂式夹爪对于现有的规则无疑是最契合的，但机械臂存在造价过高、调试难度大、工作端荷载较大、战队没有经验等缺点。

在本赛季中，先行规则下兑换机制与大资源岛结构都有了较大的改变，对工程机器人的功能提出了更高的要求。由于兑换站兑换难度的升级并且所能获得的金币价值将随着兑换时间变化，时间越长金币越少，工程机器人的工作效率与稳定性都更加重要。大型资源岛由开放结构变为半封闭结构，矿石提前放于大资源岛内部，取出难度增加，很难用机械爪夹取出。综合考虑之下，我们决定放弃以往赛季的龙门架和机械爪结合的方案，改成机械臂与吸盘相结合。在本赛季中，机械臂将成为工程机器人的研发重点。

### 2.3.3.2 设计思路及改进方案

#### 上赛季遗留问题

- 1) 上个赛季中工程机器人整体超重，设计冗杂。在设计前期没有充分考虑过重量问题，导致后期进行了许多不合理的镂空减重，对工程机器人的强度有一定影响。
- 2) 上个赛季中工程机器人控制存在逻辑先后顺序问题，运动机构过多，控制复杂。
- 3) 上赛季中工程机器人为了保持重心低，不会侧翻，底盘悬挂避震器没有留够所需的预

压缩量，导致底盘过低。轮组设计冗余，占地位置大。

4) 上赛季中工程机器人上层夹爪和齿轮设计过重，二级抬升采用 30\*30 铝管，只能将抬升机构放在装甲板上位置，使得抬升高度不能达到最终预期。

#### 机械改进方向：

1) 在前期做好总体设计思路，对每一机构都有足够的了解。

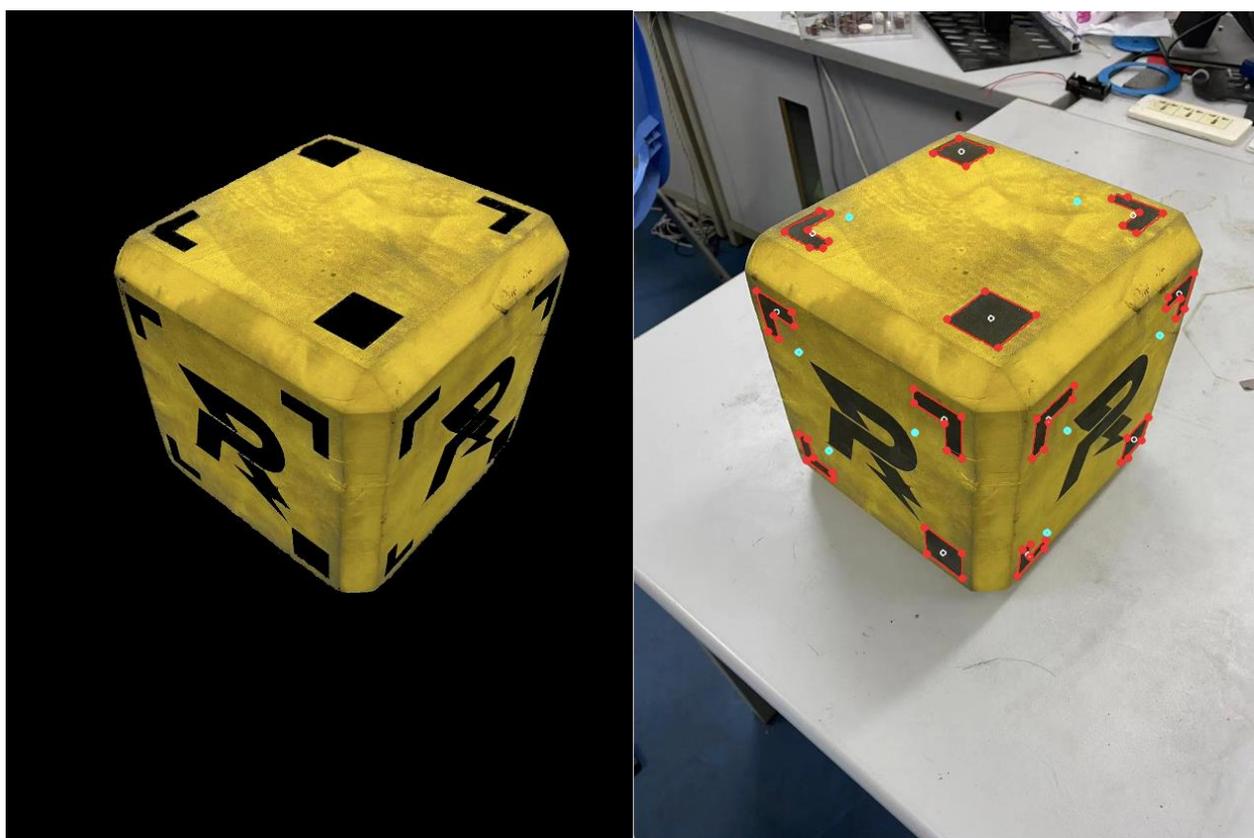
2) 对每一部分机构单独设计，设计逻辑列表 LogicList。

3) 由于舵轮入门门槛和资金门槛较高，保留原麦轮移动方式，采用新型轮毂麦轮，并对底盘悬挂重新设计。

4) 改用机械臂和吸盘相结合。

工程机器人的取矿与兑矿方式相较于上个赛季有所改变，新赛季将会采用传统视觉与深度学习相结合的模式来识别矿石。

实施合适的预处理步骤，例如二值化、滤波等以更准确的寻找出矿石轮廓



分析提取到的轮廓，通过适当的过滤和筛选方法，剔除不符合矿石特征的轮廓，考虑使用面积、周长等特征进行轮廓进一步筛选。

根据传统视觉提取出可能的结果输入到 yolov5s 模型中进行训练，根据识别出来的结果从而快速有效的收集矿石。

### 2.3.3.3 核心机构设计说明

1) 底盘：底盘结构采用麦克纳姆结构，可实现全向移动，避震结构采用四对 5mm 钢制中轴负压油路设计的减震器，每个轮组由两对法兰和轴承共同钳住麦克纳姆轮。在上层的机构运动时，底盘保持稳定，不移动，不翻车，轮组板材经有限元分析，采用最佳受力结构，在材料轻量化的同时使得轮组更坚实。工程的初始状态重心低，行进过程时平稳。

2) 机械臂：机械臂凭借着自由度高、伸展尺寸大、运动灵活等优势，能够充分满足赛场上复杂的位置姿态和取矿的需求。机械臂的结构在相同自由度的前提下，容易得到更大的工作空间，固定形式为用 6020 电机与机械臂 joint1 关节连接，随 joint1 关节转动而转动，用宇树 A1 驱动位于 joint2 和 joint3 关节。宇树 A1 适用于大力矩关节机器人的动力系统，查阅电机参数表可知，宇树 A1 的最大扭矩为  $33.5\text{N}\cdot\text{m}$ ，最大转速为  $21.0\text{rad/s}$ ，同时该电机拥有较大的转矩常数，并且提供了力矩、角度、角速度、角加速度、温度等反馈数据，完全能够满足机械臂关节电机的需求。具有保证低转速下控制精度，更好实现电机换向旋转，能够对电机进行力矩、速度、位置闭环，减少噪音等优点。

3) 吸盘：由于我队没有使用过吸盘机构，没有技术沉淀，在气动控制方面技术还不够成熟，目前吸盘研发过程中多次迭代。由于本赛季已经不是空接矿石而是从管道中吸取矿石，有充分的接触时间，所以本赛季主要目的是快速稳定地吸取矿石。在电磁阀进气处，通过增加节流阀，对气流的流速进行控制，再用流体控制阀控制吸盘的工作状态，最后采用双吸盘结构，拥有足够的容错性和交互性。除两个接通吸盘的真空泵外，再加装一个真空泵，通过两个单向阀接通两个吸盘气路。再用达妙电机驱动吸盘的 roll 轴旋转。吸盘气路为真空发生器接可调减压阀-电磁阀-真空压力计-真空过滤器-吸盘。

4) 云台：在取矿时，云台可以观察到矿石状态。

5) 矿仓：用两个 2006 电机连接传送带驱动，并在矿仓四面放上小胶轮。

### 2.3.3.4 技术突破

1) 对于战队来说，本赛季机械臂为工程机器人最大的研发重点，机械臂的结构在相同自由度的前提下，机械结构之间的相互干涉现象更容易处理，机械臂具有较大的重量和较长的力臂，因此关节力矩常需要达到  $20\text{N}\cdot\text{m}$  甚至以上。如果关节力矩不够，那么就无法很好地控制机械臂，因此需要对机械臂关节电机的力矩进行选型。

2) 上赛季中, 战队的所有兵种在轻量化设计中都没有投入太大的精力, 使得几乎所有兵种在后续的减重上花费了不少的时间。本赛季中我们将在轻量化设计上投入更多的精力, 避免出现超重问题。

3) 上赛季中, 队伍在绘制机械图纸时没有过多考虑装配顺序的问题, 很多时候因为使用了易于绘制的结构而没有考虑到后续的拆卸维护问题。在本赛季的研发中, 我们也尽量避免出现上述问题, 保证机器人易损部位、消耗性零件便于拆装更换与维护。

### 2.3.3.5 人力安排

角色	职能
兵种负责人	负责人员的分配, 对每个人员进行分工, 把控机器人的总体研发进度, 并能及时协调各组交流沟通
机械	设计并优化图纸, 进行机器人的构思与优化, 对各个零部件进行加工和装配
嵌入式	编写工程机器人代码, 机器人软硬件设计及代码维护
视觉	负责工程机器人视觉识别功能, 对视觉强大的算法进行开发和调试

### 2.3.3.6 研发进度安排

时间区间	日程安排及组别分工
2023. 10. 26-2023. 11. 15	完成底盘三维图纸, 并进行装配
2023. 11. 16-2023. 12. 31	完成工程机器人总体三维图纸绘制, 并审核图纸。完成后进行加工与装配
2023. 01. 01-2024. 1. 25	测试与优化工程机器人的机械臂, 调校各个机构的参数配置
2024. 1. 26-2024. 3. 10	工程机器人全部机构通过测试, 完成工程机器人的整车装配。并进行电控调校, 记录测试情况
2024. 03. 11-2024. 04. 05	对测试中出现的问题进行结构优化与代码优化, 保证机器人的稳定性与可靠性

## 2.3.4 哨兵机器人

### 2.3.4.1 需求分析与规则分析

哨兵机器人作为赛场上唯一的全自动机器人，是队伍中防御的中流砥柱。需要完成自动移动，巡逻，瞄准，射击。在 2024 新赛季中，哨兵机器人的自由度得到进一步提高，例如：允许自动前往补给点恢复生命值、补充弹丸；巡逻区范围增大（己方能量机关激活点和整个环形高地）。在规则上对哨兵的“放宽”，同时意味着哨兵需要承担的任务也就越重，所以目前重中之重的任务是更新哨兵底盘、云台和发射机构。本赛季哨兵的发弹量被大幅减少，这就意味着哨兵发射出每一发子弹都需要“深思熟虑”。

底盘方面：

考虑到哨兵机器人在赛场上的重要职责，所以要增强哨兵的防御力。一个完美的底盘可以让哨兵在赛场上灵活穿梭，自由运动。

云台方面：

云台的转动范围要广，最大程度上减小视野盲区，防止敌人绕后偷袭。

视觉方面：

在 2024 赛季中，哨兵机器人可以选择半自动控制也可以选择全自动控制，将拥有自主决策的权力，承担更多的队内职责。通过人为干预哨兵的移动，在赛场哨兵机器人可更加专注于通信、自瞄、定位等更集成化的底层功能，初始发弹量的减少要求哨兵机器人的击打需要更加精准。

### 2.3.4.2 设计思路

机械设计思路

上赛季遗留问题

- 1) 上赛季使用麦克纳姆轮作为底盘使得底盘设计庞大臃肿移动不便整体不够灵活。
- 2) 上赛季哨兵的下拨弹盘设计弹链过长，使得弹链中间摩擦过大，使用 M3508 电机作为拨弹盘驱动电机后仍未改善拨弹卡顿的现象。
- 3) 上赛季由于 MiniPC 装在云台上，使得云台重心偏移，对于云台稳定性有影响。
- 4) 上赛季哨兵首次使用大导电滑环，使得哨兵整体设计不够紧凑，导致底盘空间利用率不高，底盘个别地方设计有缺陷，对于整车安装与维护有较大困难。

### 电控设计思路:

以实验室自制开发板作为主控板,采用多线程程序结构。多线程的程序结构可以大大提高程序运行速度,以及提升代码开发效率,提高程序的可读性和可编辑性,自由度更高。开发全向轮底盘的解算函数,小陀螺速度的解算函数。

### 视觉设计思路:

基于 YOLOv5 开发设计四点坐标加类别加置信度,在比赛场地几乎不需要重新调参,鲁棒性强。能够直接给出装甲板的数字,适于做车辆区分,便于决策层能够部分抗遮挡,增大识别成功率;在调试时部分参数需要人工调整,参数得设置是否恰当,会影响整个算法的表现。手动设置的参数往往是针对部分情景和特定目标,若环境或任务发生改变,之前的参数很可能会失效,导致视野中找不到敌方机器人。因此,本次使用参数自适应的方法,能够在分割图像时自动选取合适的阈值。

## 2.3.4.3 主要改进方向

### 机械改进方面:

#### 底盘

- 1) 哨兵的轮组首次采用全向轮设计,使得底盘更加紧凑。
- 2) 合理利用底盘空间,减少了铝材的使用,只在关键地方做加强,使得车身更轻更加灵活。
- 3) 底盘设计成圆形,相较于之前的方形更加稳固,而且相较于上赛季底盘设计更小。

#### 云台

- 1) 将上赛季哨兵位于底盘上的部分机构转移到云台上,云台面积增大,云台重心也更加集中紧凑。
- 2) 将弹舱转移至云台上,使得整车高度增加,赋予摄像头更好的视野。

#### 发射机构

- 1) 削减大部分弹链长度,使得弹丸更加顺滑地由弹舱移至摩擦轮,同时将供弹机构改为下供弹模式。
- 2) 拨弹盘转移至云台,既减少了弹链的长度,亦增加弹舱的储弹量;将弹舱设计在中心位置,使得云台的重心不会因为弹丸的减少而发生改变。

3) 在弹链上加装了许多小轴承，使得弹丸可以更加顺滑的运送至摩擦轮。

#### 电控改进方面：

底盘：更新底盘解算函数，在保证不会超功率的前提下，提高转速，减小功率损耗。

云台：更新 PID 参数，保证云台运行稳定，为视觉调参“保驾护航”。

#### 视觉改进方面：

目前，视觉难点和重点在于测距与目标识别。目标识别时，哨兵经常会被周遭环境的灯光所干扰，要尽量排除这些可能存在的干扰。同时优化自瞄方式，通过识别对方的机器人是否处于“小陀螺”状态，从而使云台选择对准对方机器人的中心位置还是装甲板。对于装甲模块识别的多种情况也需考虑多种应对方案，如：视野中找不到敌方机器人、视野中有多个敌方机器人等。

### 2.3.4.4 人力需求分析

#### 总体人力需求：

哨兵机器人需要机械，电控，视觉三个组的成员配合完成。要求团队成员有能力，有兴趣完成相关工作，需要有较强的责任心。各组成员相互配合，严格按照规划完成进度，积极共同解决问题。

时间区间	日程安排	组别分工
2023. 10. 18-2023. 10. 20	小组组会，研读规则，明确哨兵需求及定位，确定大体方案	全组
2023. 10. 20-2023. 10. 22	讨论哨兵总体设计方案，讨论确定哨兵走线方式	机械组，电控组
2023. 10. 22-2023. 10. 24	确定哨兵底盘设计，云台设计，拨弹设计，发射机构设计	机械组
2023. 10. 24-2023. 11. 01	完成底盘设计，联合电控讨论底盘图纸细节优化	机械组，电控组

2023. 11. 01-2023. 11. 16	完成底盘装配，调试哨兵底盘	机械组、电控组
2023. 11. 16-2023. 11. 17	完成云台图纸设计和云台调试环境的搭建	机械组、电控组
2023. 11. 17-2023. 11. 19	云台装配，对云台进行调试，检测拨弹及其发弹功能	机械组、电控组、视觉组
2023. 11. 19-2023. 12. 04	完成整车装配，调试环境的搭建	机械组、电控组、视觉组
2023. 12. 04-2023. 12. 21	测试哨兵各项性能并对其初步优化，达到录制中期考核要求	机械组、电控组、视觉组
2024. 02. 19-2024. 02. 23	测试哨兵机器人各项功能，与其他机器人进行实战演练，发现问题并进一步调整	机械组、电控组、视觉组
2023. 3. 06-2023. 4. 05	持续进行高强度测试，确保机器人在场上的稳定性	机械组、电控组、视觉组

## 2.3.5 空中机器人

### 2.3.5.1 规则分析

相对于 23 赛季，24 赛季的空中机器人在整体要求上未作过多调整。24 赛季最大的调整是其余机器人机动发射机构被取消，但空中机器人依旧可以装配，这个额外的发射机构将会成为空中机器人的固有发射机构，即具有一个 17mm 的发射机构。在空中支援冷却解除后，呼叫空中支援即可获得限时的 17mm 允许发弹量和补弹机会，这大大提高了空中机器人的性能。如果能做好空中机器人的发射机构，将大幅度提升战队的整体实力。

### 2.3.5.2 需求分析

**机身姿态：**飞行时，保持机身姿态稳定。为了保持空中机器人机身姿态稳定，故需使用稳

定适用的飞控系统。装配完成的飞控系统需完成以下操作：

1) 姿态检测：飞控系统通过陀螺仪和加速度计等传感器来实时检测飞机的姿态，包括俯仰、滚转和偏航角。这些传感器能够提供准确的姿态数据，以便后续的控制算法使用。

2) 姿态控制：根据检测到的姿态差异，飞控系统计算出相应的控制指令。这些指令会被传送给飞机的执行机构——无刷电机，以调整飞机的姿态。

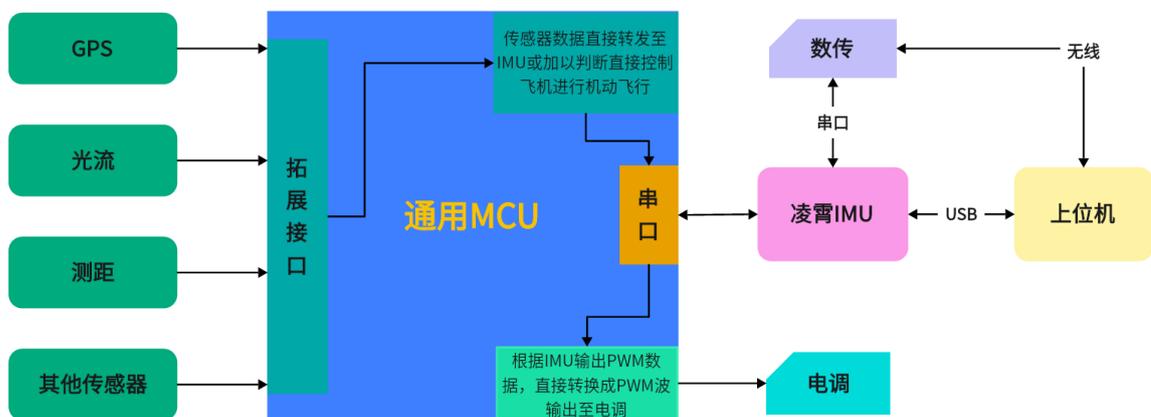
3) 反馈控制：飞控系统通过反馈控制机制来实现对姿态的精确控制。它需不断地监测飞机的姿态变化，并与目标姿态进行比较。如果存在差异，飞控系统会自动调整控制指令，以实现飞机姿态的稳定。

4) 扰动抑制：飞控系统需抵消来自外部的扰动，如气流、风切变或颠簸等。这可以通过分析传感器数据并采取适当的控制策略来实现。系统可以根据飞行状态的实时变化，快速响应和抑制扰动，以保持飞机机身的稳定性。

飞控的作用是控制无人机的飞行姿态和飞行状态，使其能够完成起飞、悬停、飞行等动作。它主要通过传感器感知机身的动作，通过电机驱动让机身保持原来的位置，抵消机身晃动或者震动的影响，从而保持机身姿态稳定。

### 2.3.5.3 设计思路及设计难点

空中机器人的飞控与主控板之间的通信是实现飞行控制和数据传输的关键部分。空中机器人飞控系统使用串口进行与主控板之间的通信。无人机飞控系统核心是完整 IMU 模块。由 IMU 完成传感器融合、数据滤波、姿态解算、控制算法以及电机 PWM 输出。此时，只需要由一个辅助单片机，将遥控控制数据或者用户导航指令，通过串口发送给 IMU，然后接收 IMU 输出的 PWM 数据并转换成 PWM 波输出给电调，即可完成整个飞控的功能。其逻辑框图如下：



### 驱动部分：

- 接收机信息采集：串口采集 SBUS 信号或者 IO 采集 PWM 信号，仅仅需要 IO 驱动或者串口驱动。
- GPS 信息采集：串口驱动。
- 光流信息采集：串口驱动。
- 其他传感器信息采集：IO、PWM、串口等驱动。
- 电调控制：PWM 输出，PWM 驱动。
- 电池电压监测：ADC 驱动。
- 主控板与 IMU 通信：串口驱动。

### 算法部分：

- 遥控控制飞控飞行：直接将采集到的遥控控制数据转发至 IMU 即可，无需任何算法。
- 传感器数据处理：GPS、光流传感器数据仅需通用 MCU 采集并转发至 IMU，无需任何算法，同时 GPS、光流数据及其他传感器对用户是开放的，用户可直接使用，加入自己的导航逻辑。
- 控制算法：所有滤波、姿态、控制算法，均在 IMU 内部运行，IMU 直接输出 PWM 数值给通用 MCU，通用 MCU 只需将 PWM 数值转换成 PWM 波输出，无需任何算法。

### 飞控与主控板通信采用串口通信：

- 1) 硬件连接：确保将飞控的串口引脚正确连接到 STM32H743 的对应串口引脚。飞控有多个串口接口，选择一个可用的串口，并将其连接到 STM32H743 的相应串口引脚上。
- 2) 引脚功能设置：对于 STM32H743，需要使用相应的寄存器配置引脚的功能。通过修改 GPIO 复用寄存器来选择正确的复用功能，将串口引脚与 UART 功能对应起来。
- 3) UART 初始化：在 STM32H743 的固件库或编程框架中，使用相应的 API 函数初始化和配置 UART 串口。这些函数包括启用时钟、配置波特率、数据位、停止位、奇偶校验等参数。
- 4) 数据传输：使用 STM32H743 的 UART 发送和接收函数来实现与飞控的数据交换。
- 5) 数据处理：根据飞控和 STM32H743 之间的通信协议，在 STM32H743 中实现相应的数据处理逻辑。根据协议规定，解析和处理从飞控接收到的数据，并根据需要发送适当的指令或响应。

### 2.3.5.4 研发进度安排

时间区间	日程安排及组别分工
2023. 10. 26-2023. 11. 02	小组会议，研读规则，明确无人机的需求及定位，确定大体方案
2023. 11. 03-2023. 11. 12	完成设计无人机机身图纸
2023. 11. 13-2023. 11. 29	根据需求，进一步细化图纸
2023. 11. 30-2023. 12. 06	完成无人机装配
2023. 12. 07-2023. 12. 16	电控开始调试
2023. 12. 17-2023. 12. 30	调试细节，反映问题，继续优化
2023. 12. 31-2024. 01. 10	针对出现问题的地方进行改进，准备出第二版图纸
2024. 01. 11-2024. 01. 27	继续进行第二版图纸的设计，不断进行结构优化
2024. 01. 28-2024. 02. 15	第二版图纸设计完成
2024. 02. 16-2024. 02. 25	第二版图纸装配完成
2024. 02. 07-2024. 03. 13	电控完成基本调试
2024. 03. 24-2024. 04. 05	持续进行高强度测试，确保机器人在场上的稳定性

### 2.3.5.5 人力投入安排

角色	职能
兵种负责人	负责人员分工、统筹，把控机器人总体研发进度，协调各组交流设计
机械	设计机器人的总体机械结构，优化细节机构，完成对各零部件的加工和机器人总体装配
电控	编写空中机器人代码，实现基本需求，完成软、硬件设计及代码维护
视觉	视觉识别功能的开发和测试

#### 利用 OpenCV 传统算法的图像预处理

在对相机捕获的图像进行初始的处理时，我们采用 OpenCV 的经典算法对每一帧进行合适的处理以最大化的提取目标的有效信息：

### 1) 图像裁剪

根据 OpenCV 函数设计图像裁剪算法，裁剪特定大小的且处于图像中心的矩形（一般来说略小于源图像）能够有效的减少大量处于图像边缘的光源及无关物体对相机的干扰。

### 2) 灰度处理、高斯滤波、二值化处理及开闭运算

对裁剪出来的图像转换为灰度图，进行高斯滤波处理和二值化处理，然后依次进行开闭运算，有效减少图像的噪点，增强目标轮廓特征，为之后的处理做铺垫。

### 3) 轮廓检测与筛选

使用 OpenCV 的轮廓检测函数检测出矩阵中所有的轮廓，然后根据轮廓点数、轮廓面积、轮廓近似形状以及轮廓的拟合旋转矩形的角度，判断轮廓对应的物体是否为目标。

### 4) 根据筛选出来的轮廓的拟合外界矩形，裁剪出源图像里对应的物体的局部图像，将图像传给 yolo 识别模块。

## 利用 yolo v8 的分割算法锁定目标

使用训练好的 yolo 分割模型对传来的矩形图像进行识别并分割目标，将敌方目标坐标传给目标运动预测模块。

## 卡尔曼滤波预测目标移动

1) 使用卡尔曼滤波算法对接收到的连续多个坐标进行轨迹预测，并将预测的目标移动坐标传给位姿计算模块。

2) 通过使用 OpenCV 的 solvePnP 实现坐标从相机坐标系到世界坐标系的转换，计算出目标的世界坐标，根据此坐标进行打击。

## 通过飞手的个人决策转移锁定目标

为了应对赛时机器人视觉系统出现误检测，设计目标重检算法和目标小范围锁定算法：

1) 目标重检算法：飞手按下特定遥控器按键，视觉系统清除当前锁定目标，重新检测目标。

2) 目标小范围锁定算法：通过缩小图像预处理时裁剪的矩形图像面积，依靠飞手将准星移动到目标周围来减少检索的范围，提高准确率。

## 2.3.6 飞镖系统

### 2.3.6.1 需求分析

#### 规则分析：

通过研究本赛季飞镖系统的详细规则，发现与上赛季的规则没有较大改动。其中飞镖发射时机非常关键，尤其是当飞镖命中对方前哨站、基地飞镖检测模块默认位置以及随机位置时，可以使对方所有操作手界面被遮挡一定时间。如果我们在比赛中充分利用对面操作手失去视野的时机，就很有可能扭转战局。飞镖不仅可以影响对方操作手的操作，而且可对敌方前哨站与敌方基地造成高额的伤害。其中对前哨站有 750 点伤害，相当于其总血量的一半，而对敌方基地有 1000 点伤害，相当于基地血量的五分之一，故飞镖系统有着及其强大的战局扭转能力。综上所述，加强飞镖是至关重要的。飞镖的发射看起来像是定点发射，但其中也有很多的技术难点需要电控、机械、视觉之间的相互配合共同解决，做到一个精准目标打击的飞镖系统。当飞镖发射出去时在空中的运动姿态控制也是至关重要的，所以对飞镖的外型，重量，尺寸，运动方式进行了调整。为了提高飞镖的准度，利用视觉来辅助飞镖瞄准，从而实现飞镖的精确制导。为了打击不同角度的目标，飞镖还要求能够调整 Pitch 轴和 Yaw 轴的角度。如果飞镖能够通过软件调整飞行轨迹，那一定可以大大增加飞镖的准度。所以全队在本赛季飞镖的研发和设计上相较于上赛季投入了更多的人力和物力，主要突破加强飞镖系统的精确制导问题。

#### 上赛季遗留问题：

##### 飞镖：

- 1) 飞镖自身强度不够。
- 2) 飞镖空气动力性能不够优秀，空中姿态不够稳定。
- 3) 飞镖重心布局设计欠缺，在空中俯仰角变化过缓或者过急，导致不满足击打要求。

##### 飞镖发射架：

- 1) 由于使用环氧板材，导致飞镖发射架自身材料强度相对过软，使得发射架容易摇晃。
- 2) 发射架自身设计装配问题，导致在调整 Pitch 轴和 Yaw 轴角度时发射架容易摇晃。
- 3) 飞镖供弹的模式需要重新设计。
- 4) 飞镖发射的准度不够精确。
- 5) 飞镖发射动力不足，导致飞镖飞行距离不够，且精度不高。

### 2.3.6.2 主要改进方向

#### 机械改进方向：

飞镖在设计上要保证飞行的稳定和击打的准度

1) 飞镖在自身的设计上采用了气动外形来更好控制飞镖的飞行姿态。而且需要考虑到飞镖的重心分布，保证飞镖在飞行过程中弹道准确。

2) 飞镖在命中目标时会有一定的冲击，而且飞到战场上有可能会受到其他兵种机器人的碰撞和碾压，所以要加强飞镖自身强度。

3) 使用打印件加固设计，使飞镖本身加固的同时还能降低飞镖的自重。

4) 飞镖的设计要使其便于拆卸和安装，保证镖体发射到赛场上被碾压后导致的损坏更方便维修与更换配件。

飞镖发射架：飞镖的空中姿态很大一部分取决于离开发射架时的姿态与飞镖架的稳定性。所以飞镖发射架在设计时需要更多的考虑如何实现镖体离开发射架时姿态平稳以及发射时如何减少镖体带给飞镖架的冲击力。

1) 我队使用摩擦轮为飞镖提供初始动能，重新设计摩擦轮的位置以保证飞镖以最合适的初速度发射。并且使用二级加速的方式来为镖体提供动能，减少镖体发射带来的反冲力。

2) 发射架的设计相比较于上一版更加稳固，并且添加了更长的导轨以使得镖体在离开飞镖架时方向稳定。

3) 由于飞镖的特殊性，不会受到敌方机器人的撞击与弹丸打击，所以对于机械的结构强度要求没有其他兵种高。因此飞镖的整体框架由原来的铝方管更换为便于装配的铝型材，省略了在铝管上设计孔位以及加工的步骤，节省装配时间。而且在铝型材连接加固部分使用了很多比船型螺母更加稳固的滚珠螺母以保证铝型材的稳固性，最终实现结构强度与铝方管几乎相等的效果。

4) 最为突出的改进为飞镖的上弹方式由丝杆直推改为电机旋转供弹，并使用 M2006 电机驱动齿轮齿条将镖体送入加速区域实现发射。

5) 飞镖的俯仰角度要求为 25 度至 45 度，所以 Pitch 轴的升降由原来的蜗轮蜗杆结构改进为电推杆直接驱动来实现，并由陀螺仪来反馈俯仰角度。相较于蜗轮蜗杆，电推杆拥有更快的响应速度与控制精度，稳定性强。

6) 为使飞镖发射架能够尽可能吸收发射时产生的后坐力。飞镖的板材也进行升级，由原

来的环氧树脂板材升级为更加坚固的玻璃纤维板材。

### 嵌入式改进方向：

综合以上，本赛飞镖系统电控技术难点如下：

1) 飞镖发射架发射机构需要有较强的抗干扰能力与适应能力。飞镖发射方式为摩擦轮提供动能，因此发射机构摩擦轮硬度与摩擦轮中心距决定了飞镖的初速度。所以需要考虑到摩擦轮包胶的硬度对飞镖压力的影响、摩擦轮空载运行转速与实际发射初速的关系，两组摩擦轮的控制方案、PID 参数整定、转速都需要仔细校正。

2) 为保持精确打击对方前哨站与基地，在飞镖无法进行空中姿态变换的前提下，需要发射架 Pitch 轴与 Yaw 轴精确定位到目标位置上。这需要将电机传感器数据与陀螺仪数据进行融合，综合计算出 Pitch 轴与 Yaw 轴的控制角。

### 技术突破：

机械：使用电推杆来控制飞镖发射架抬升角度，并且通过陀螺仪来反馈实时角度。使用 M6020 电机旋转供弹替代原来的蜗轮蜗杆直推供弹。需要控制 M6020 电机转到精确角度来对飞镖进行发射。

## 2.3.6.3 人力需求分析

### 总体人力需求：

飞镖系统是战队较为重视的一部分，相对于其他兵种，经验稍有不足，因此更需要各组的协同配合。由于飞镖对于准度要求较高，所以设计出来的飞镖需要有更好的飞行姿态。因此，在人员需求方面由经验丰富人员参与研发飞镖系统，再配备机械组成员一名，对飞镖发射架进行设计。还需要一名经验丰富的测试员，配合技术组成员之间交流飞镖系统存在问题，及时反馈并修正。

### 人员安排：

角色	职能
兵种负责人	负责人员分工、统筹，把控机器人总体研发进度，协调各组交流设计
机械	设计并优化机器人的机械结构，对各零部件进行加工和装配

电控	构建飞镖系统代码，机器人软硬件设计及代码维护
视觉	视觉识别功能的开发和测试

### 2.3.6.4 研发进度预估

时间区间	日程安排及组别分工
2023. 10. 26-2023. 11. 01	根据新规则开会进行分析讨论，各兵种负责人协调时间，确定大致方案，机械组分模块开始构思飞镖发射架与飞镖
2023. 11. 01-2023. 11. 16	绘制飞镖发射架图纸并预先购买好所需零件
2023. 11. 16-2023. 12. 01	完成飞镖发射架 Yaw 轴和 Pitch 轴装配以及其他部分的装配
2023. 12. 01-2023. 12. 31	对飞镖发射架第一次发射进行测试准备，第一次测试飞镖本体的发射
2023. 01. 01-2024. 01. 06	研读 RoboMaster 2024 赛季规则，根据第一次测试结果改善发射机构和飞镖本体
2024. 01. 07-2024. 02. 07	进行二次发射测试，进一步完善发射机构和镖体，达到参赛水平
2024. 02. 08-2024. 02. 30	完成全部发射架的组装和调试，计算发射时间、观测飞行姿态，对飞镖飞行过程中的姿态进行控制
2024. 03. 01-2024. 04. 05	在调试过程中寻找问题并及时解决，对飞镖机器人进行最后完善

#### 视觉改进方向

- (1) 提高 OpenMV 识别算法，
- (2) 改进阈值
- (3) 改进测距算法

#### 视觉技术突破

采用 OpenMV 对目标进行识别调整阈值，阈值使用 pixels 和 area 综合来过滤掉细小的像素识别。根据识别到的能量机关位置和转动速度预测打击位置，反馈飞镖抬升高度。识别飞镖飞行轨迹，提前计算落点，反馈调整角度，通过测算得到的距离调整发射位置。

## 2.3.7 雷达

### 2.3.7.1 需求分析

#### 规则分析：

通过研究本赛季雷达的详细规则，发现与上赛季的规则没有较大改动。其中标记的准确性以及雷达发送坐标的时间间隔十分重要，若标记坐标与对应机器人定位模块检测到的实际平面坐标的直线距离误差较小，且当对方机器人被标记读条进度大于等于 100 时，己方小地图会显示敌方机器人定位模块检测到的实际位置，并将其进行特殊标识，被特殊标识的机器人将获得-15%的防御增益，这种易伤的标识对战局十分重要，且雷达站最基本的功能就是通过激光雷达和摄像头采集数据，并将有价值的信息通过 HDMITypeA 传输到操作间为操作手提供视野、距离信息、敌方机器人实时等级和血量等信息，在本赛季也可以和哨兵进行协作。敌方机器人的坐标位置暴露在我方视野范围内，更有利于对战局的分析与把握。综上，雷达对战局的作用显而易见，因此加强雷达的识别与标记功能至关重要。但想要实现以上功能有许多技术难题需要电控、机械、视觉的通力合作，所以全队在本赛季对雷达的研发与设计上相较于上赛季投入了更多的人力和物力，主要突破加强雷达的精确识别与标记问题。

#### 上赛季遗留问题：

#### 雷达：

- 1) 雷达对较远目标的捕捉不够。
- 2) 由于各兵种之间相似度高导致识别得效果不好。
- 3) 双方各自开启小陀螺模式，导致识别准确度降低。

### 2.3.7.2 主要改进方向

#### 机械改进方向：

雷达在设计上要保证摄像头的稳定并保证其不会被遮挡

- 1) 雷达的传感器作为其核心部位要得到良好的固定。
- 2) 设计并优化雷达站的机械结构，对各零部件进行加工和装配，保证其传感器不会被遮挡。

#### 嵌入式改进方向：

综合以上，本赛飞镖系统电控技术难点如下：

- 1) 由于数据集数据缺少导致训练效果不是很好;
- 2) 由于距离较远的地方摄像头捕捉得图像较小,不能很好的体现车辆的具体特征来识别机器人种类、位号、血量等信息;
- 3) 由于各兵种之间相似度高也导致识别得效果不好;
- 4) 双方各自开启小陀螺模式,导致识别准确度降低。
- 5) 比赛场地地图较大、路况复杂使得规划路线颇有难度。

#### 技术突破:

视觉: 使用 ROS 激光传感器采集图像信息是通过 OpenCV 读取摄像头信息,并转成 `sensor_msgs::Image` 格式发布出来,通过 `cv_bridge` 将 `sensor_msgs::Image` 格式的图像转换 `opencv` 格式的图像,并显示出来和保存,这对雷达的识别十分重要。

#### 2.3.7.3 人力需求分析

角色	职能
负责人	负责人员分工、统筹,把控雷达站总体研发进度,协调各组交流设计
机械	设计并优化雷达站的机械结构,对各零部件进行加工和装配
电控	调试雷达站的控制系统、线路问题并维护
视觉	完成雷达站所需要的功能并协助电控调试雷达站

#### 2.3.7.4 研发进度预估

时间区间	日程安排及组别分工
2023. 10. 26-2023. 11. 15	完成雷达机械图纸设计,并开始加工装配
2023. 11. 15-2023. 12. 25	装配完成的同时优化结构,视觉组成员开始安装相机以及激光雷达
2023. 12. 25-2024. 1. 15	完成数据集的采集工作,并利用实验室自建服务器训练数据模型

2024. 1. 16-2024. 2. 20	整合拼接多摄像头传输的画面、激光雷达的数据标定、设计界面 UI
2024. 2. 21-2024. 4. 5	整合雷达所有功能并测试雷达站的可使用性，并优化改进

## 2.3.8 人机交互

### 2.3.8.1 通过多机通信的方式丰富操作手客户端自定义 UI

1) 实时数据显示：通过多机通信，可以将机器人的实时数据传输到操作手客户端，包括机器人的状态、位置、速度等信息。这些数据可以在自定义 UI 中以图表、数字或其他形式展示，帮助操作手了解机器人当前的情况，做出相应的决策。

2) 控制与指令发送：操作手可以通过自定义 UI 向机器人发送控制命令和指令。通过多机通信，这些指令可以快速传递到机器人端进行执行。在自定义 UI 中，可以设置按钮、滑块或其他交互元素，操作手通过点击或调整这些元素来控制机器人的运动、动作及其他行为。

3) 实时摄像头视频：通过多机通信，操作手可以实时接收机器人上搭载的摄像头拍摄的视频流。这些视频可以在自定义 UI 中显示出来，操作手可以通过观看视频来获取更全面的环境信息，辅助决策和操作。

通过多机通信丰富操作手客户端自定义 UI，可以提供更多的功能和互动体验，帮助队伍更好地控制和管理机器人，在比赛中取得更好的表现。

### 2.3.8.2 通过自定义控制器以非常规键鼠手段控制机器人

1) 手势识别：可以使用传感器或摄像头等设备，对操作手的手势进行实时识别和解析。通过特定手势的动作，操作手可以控制机器人的运动、动作或其他行为。这种方式提供了一种直观且具有互动性的控制方式。

2) 触控板控制：可以使用触摸板作为控制器，通过触摸板上的手指移动、滑动或点击来控制机器人。触控板可以模拟鼠标的功能，并可以根据需要进行自定义设置。

3) 惯性感应控制：可以使用带有惯性传感器的控制器，通过操作手的倾斜、旋转或摇晃等动作来控制机器人。这种方式利用了控制器内置的加速度计和陀螺仪等传感器，将操作手的动作转化为机器人的控制指令。

这种方式允许参赛者使用个性化的硬件设备和特殊的控制方式，以满足他们的需求并提供更灵活的操控方式。

### 2.3.8.3 通过半自动控制方式控制机器人

在三分钟准备阶段，操作手可以选择控制方式，如果选择半自动控制方式，在进入比赛后，客户端将不会再提供机器人的第一人称视角画面，而是提供大地图视角。半自动控制方式指的是结合人工智能和人机交互技术，使机器人能够在一定程度上自主决策和执行任务，而不完全依赖操作手的直接控制。操作手可以在地图上指示点位或通过事先约定的通信协议，以向机器人发送信息的方式间接地控制机器人。半自动控制方式结合了人工智能和人机交互技术，使机器人具备了更高的自主性和决策能力。参赛队伍可以利用这些技术来提升机器人的竞技水平及表现，同时也增加了比赛的趣味性和刺激性。

## 2.4 技术储备规划

### 2.4.1 通用技术储备

#### 2.4.1.1 嵌入式方向

##### 已具备的技术

1) 电控方面能够熟练运用 CubeMX 配置 HAL 库；PID 控制、串级 PID 控制、各类基本模块的程序编写；熟练掌握线程类化、逻辑链表及远程函数的调用，熟练将其创建、运行、封装，以解决各类单片机命令及数据调用等问题。

2) 硬件方面熟练运用 AltiumDesigner 与立创 EDA 制作、处理电路板，以及具有调试各类电路和解决一些常见电路问题的能力；熟练掌握 STM32H743 主控板的电路设计、制作、参数设置及问题处理，以及 BUCK-BOOST 电路制作。

3) 对于云台模块的控制技术：

云台部分：采用串级 PID 作为控制方法，利用电机的速度反馈和位置反馈建立负反馈环路，把速度环的输出作为角度环的期望角度，以实现云台角度的精准控制。

小陀螺模块：规定底盘的旋转速度后，跟随云台行动。

4) 对于底盘模块的控制技术：

麦克纳姆轮及全向轮解算：将底盘的 RoboMasterM3508 减速直流电机的数据先解算成底盘模块的前进、平移以及旋转时的速度，再把遥控器或键盘的控制量加和，作为总控制量进行 PID 控制电流输出，以对底盘电机进行控制。

功率限幅：利用电机返回值来读取底盘各个麦克纳姆轮的功率输出，以保持与功率上限相

同。

云台跟随：使用 Yaw 轴电机返回值，从 Debug 中获取电机在底盘与云台角度稳定时的数据，结合二者，反馈出底盘于云台的相对角度进而跟随云台。

#### 5) 对于发射机构的控制技术：

由两个 RoboMaster Snail 2305 直流无刷电机带动摩擦轮，使其带动弹丸进行发射；又由 RoboMaster GM6020 直流无刷电机控制 Pitch 轴以调整发射角度；通过 PID 及线程类化等设计的程序，检测是否卡弹，再使摩擦轮电机进行反转，以防止发射中途卡弹。

#### 6) 对于开发板的自行研发能力：

战队具有自行研发的开发板，简称为 H 板，H 板中使用 STM32H742VIT6 作为主控芯片，H 板具有 IIC、CAN、UART 三种协议。同时也定义了多个 timer 定时器引脚，也对每一个定时器的通道增加了伯恩半导体以进行静电放电的保护，使得 H 板更加安全稳定。H 板在 PCB 结构的设计上采用了四层板的结构，不同的信号线分开走线，使得 H 板具有更加良好的信息传输能力，能够更好地满足战队对于主控板的要求。

### 现已突破的技术

1) 稳定的控制器：根据被控对象的特性对经典 PID 控制器进行优化，可以提高控制器的响应速度，优化超调量，使控制更加精准。

2) 控制流程：根据被控变量，选择合适的串级、前馈组成控制回路，可以提高控制效果。

3) 线程类化(ThreadBase)：将线程的创建、运行、销毁封装为基类，可由其他类继承，实现实例化一个类，即创建新的线程。

4) 逻辑链表(LogicList)：相比 FIFO 式的逻辑队列，逻辑链表可以在任意位置插入动作，较为灵活。

5) 远程函数调用(LogicRemote)：实现函数在远程单片机执行。用于解决单个单片机资源不足的问题。且相较于发送命令，远程函数调用无需设计命令格式，对应的形参即需要填写的参数，使用过程近似于直接调用函数，十分方便。

6) Debugger 使用串口与上位机双向通讯，实时双向同步数据。

### 计划突破的技术

能够解决传统滑模控制中的相对阶限制和抖振问题的高阶滑模控制技术，能够解决被控

量不能稳定按照预定规律运行的自动控制技术，卡尔曼滤波的高阶与非线性形式运用技术，USB\_CDC 虚拟串口通信运用的技术，与卡尔曼滤波结合解决障碍物与运动目标相配对的匈牙利算法。

由于此前自主设计的主控未针对 EMC 测试进行优化，因而较难应对赛场上复杂的电磁环境。因此在未来，希望拥有 EMC 相关经验积累，重新设计一个符合 EMC 要求、体积更小、功能更加全面的主控。

#### **动态功率分配技术：**

需要将功率限制与分配整合到现有的底盘控制代码中，并留出相应的接口。其中需要将电机回传的功率数据转换为公制单位，因而需要测量电机实际功率与回传数据间的关系。

#### **主控框架代码改进：**

框架代码增加错误捕捉、系统控制级别状态，在系统部件发生错误时，系统运行逻辑不崩溃并进入降级，增强代码鲁棒性。

## **2.4.2 特定兵种技术储备**

工程机器人特定技术储备：

- 1) **机械臂夹取机构：**工程机器人独有的夹取机构，分为主夹取机构与次级夹取机构，主夹取机构通过电动夹取与气动吸取相结合，再与采矿云台上方的陀螺仪相结合，实现机械臂位置可控与夹取力可控；次级夹取机构为固定在底盘上的短距机械爪，与主夹取机构类似，其可以夹取地面矿石。夹取机构由云台上 BMI088 陀螺仪与 MPU92250 陀螺仪共同控制传递位置信息，使其运动平稳便于控制。
- 2) **抬升机构：**使用同步带传动，使用 M3508 双电机角度闭环控制，使得工程机器人抬升机构无虚位，且控制精准。
- 3) **仓储机构：**通过 M3508 电机控制收缩内壁，以此校准矿石位置；内部机械结构可大尺度变形，使其可存储三个矿石。

空中机器人特定技术储备：

- 1) **机身姿态检测、反馈及控制：**空中机器人通过装载其顶端的飞控系统实时检测空中机器人的姿态，并通过其陀螺仪和加速度计等传感器精准反馈俯仰、滚转和偏航角，再与主控板通过串口进行位置数据传递之后，由主控板经过 PID 算法输出电机所需电流值的 PWM，将其反馈至电机后，以此调整空中机器人的飞行姿态。

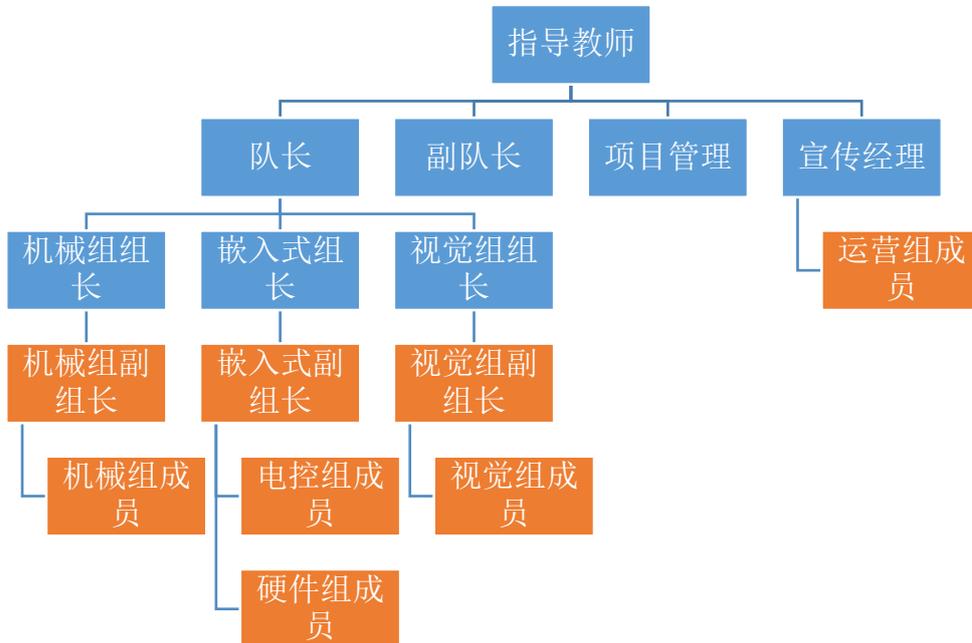
- 2) 机身扰动抑制：由于实际飞行过程中的气流扰动，为抵消外部干扰，通过分析传感器反馈数据采取对应的策略应对扰动，根据飞行状态实时变化，以保持飞机机身的稳定性。

飞镖系统特定技术储备：

- 1) 飞镖空气动力姿态稳定：采用空气流动测试，加装固定翼使其在空中飞行时更加稳定，调整重心位置，并延长滞空时间；内部网格填充，使其结构更加坚固稳定。

## 3 团队架构（10）

### 3.1 研发组织架构



### 3.2 职责说明：

- 1) 战队所有解释权归指导教师所有。
- 2) 团队实际架构依据当年管理层成员能力变化决定
- 3) 核心管理层由队长、副队长、项目管理与当季运营负责人（宣传/招商经理）组成。
- 4) 副组长依据团队人数适应设立，如团队人数不多则默认由组长担任，依照人数增长而分设若干名副组长。
- 5) 副组长负责管理部分正式队员与梯队队员，但副组长不属于管理层范围。
- 6) 运营组管理人员由当年运营组负责人实际职务决定（宣传/招商经理），组内日常管理与任务发布由运营组负责人（宣传/招商经理）负责
- 7) 日常管理架构与项目分工架构互不干涉，除发布与上交 RM 备赛内容外，其他事务一律按照日常管理架构进行。
- 8) 管理层为架构中蓝色部分，战队决策由管理层投票决定。
- 9) 备赛说明：在 RM 备赛期会临时设立兵种负责人。兵种负责人由核心管理层直接管理，负责下发与上交 RM 备赛相关资料。RM 备赛管理架构与日常管理架构互不干涉，RM 备赛管理

架构仅用于分配各个兵种项目。

### 3.3 团队架构表

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		指导老师	对实验室中的物资、问题进行解答，对战队管理进行统筹。	有意向参与 RoboMaster 赛事的在校教师，能够积极参与到 RoboMaster 赛事当中。	5
		顾问	对于战队中的技术问题进行解答与答疑，或对战队进行资助。	已经毕业的原战队队员、在读研究生以及大四学生，能够积极的参与到 RoboMaster 赛事当中。	5
正式队员	管理层	队长	负责统筹 RoboMaster 备赛进度、在赛场中作为战队发言人、对接 RoboMaster 组委会、参与队内重要决议。	在战队工作有 2 年以上的正式队员，有一定的管理经验，对 RoboMaster 赛事有充分了解，对于战队文化能够有充分的理解。	1
		副队长	协助队长进行战队日常管理、参与队内重要决议。	在战队工作有 2 年以上的正式队员，有一定的管理经验，对 RoboMaster 赛事有充分了解，对于战队文化能够有充分的理	1

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
				解。	
		项目管理	协助队长进行战队日常管理、分配并验收 RoboMaster 赛事备赛进度、参与队内重要决议。	在战队工作有 2 年以上的正式队员，有一定的管理经验，对 RoboMaster 赛事有充分了解，对于战队文化能够有充分的理解。	1
技术执行	机械	组长	负责机械组内日常管理、监督机械组内备赛进度。	在战队中工作 1 年以上的正式队员，对 RoboMaster 赛事有充分了解，能够独立完成 RoboMaster 赛事中兵种的技术突破。	1
	机械	组员	负责进行机器人机械部分的图纸绘制、零件加工、装配体装配，与电控、视觉紧密配合。	在战队中表现优异的梯队队员，能够进行 RoboMaster 兵种图纸的绘制，能够熟练操作实验室中的加工设备，有良好的沟通与表述能力。	5
	电控	组长	负责电控组内日常管理、监督电控组内备赛进度。	在战队中工作 1 年以上的正式队员，对 RoboMaster 赛事有充分了解，能够独立完成 RoboMaster 赛事中	1

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
				兵种的技术突破。	
		电控 组员	负责机器人电控部分的编写与调试，与视觉、机械进行紧密配合。	在战队中表现优异的梯队队员，能够独立进行 RoboMaster 兵种电控调试，有良好的沟通与表述能力。	5
		视觉 算法 组长	负责视觉组内日常管理、监督视觉组内备赛进度。	在战队中工作 1 年以上的正式队员，对 RoboMaster 赛事有充分了解，能够独立完成 RoboMaster 赛事中兵种的技术突破。	1
		视觉 算法 组员	负责机器人视觉部分的编写与调试，与电控、机械进行紧密配合。	在战队中表现优异的梯队队员，能够独立进行 RoboMaster 兵种电控调试，有良好的沟通与表述能力。	3
		战术指导	负责场上比赛战术规划及设计，负责对战模拟时统筹以及规划。	在战队中工作 1 年以上的正式队员，对 RoboMaster 赛事有充分了解，有一定的指挥能力以及战术思想。	1
	运营 执	宣传	负责实验室的对外宣讲展示活动。负责实验室公众号、B	在战队中工作 1 年以上的正式队员，热爱 RoboMaster 赛事，对	1

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
	行		站、微博等新媒体平台的运营。负责实验室战队文化、赛事资讯、日常活动等的宣传推广。	其有充分的了解，了解基本的摄影知识；了解如何运营社交宣传平台；锻炼撰写文案，排版能力，了解实验室各方面信息。	
		招商	撰写并执行战队招商计划，负责战队周边、队服等定制。负责运营组日常管理。	在战队中工作 1 年以上的正式队员，热爱 RM 赛事，对 RM 赛事有充分的了解，对队内结构、队伍文化有充分解读。	1
		财务	负责战队物资采购，对接指导教师发票报销，统计整理战队物资购买记录、核对报账发票，制作月季度收支报表。	在战队中工作 1 年以上的正式队员，热爱 RM 赛事，对 RM 赛事有充分的了解，熟练使用 Excel 的基础功能，了解学习与财务工作相关的功能；了解学校相关报账制度及与发票相关的基础知识；学习制作简单的财务报表。	1
梯队队员		机械	学习机械设计基础、SolidWorks 的使用方法、实验室中各种加工设备的	能够积极参与到 RM 赛事中的在校学生，热爱 RM 赛事，有良好的学习能力，有自主学	10

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			使用方法与安全规范。	习的能力，态度端正。	
		电控	具有一定的 C 语言基础、CubeMX 的使用方法、STM32 最小系统板的应用；PID、一阶低通滤波等算法的应用；对自制主控的理解与运用等。	能够积极参与到 RM 赛事中的在校学生，热爱 RM 赛事，有良好的学习能力，有自主学习的能力，态度端正。	10
		视觉算法	了解 C++、python 基础课程会基本的算法编程；重点学习基于 OpenCV 开源视觉库进行图像处理；熟悉 Ubuntu 操作系统开发等知识。	能够积极参与到 RM 赛事中的在校学生，热爱 RM 赛事，有良好的学习能力，有自主学习的能力，态度端正。	5
		运营	积极跟进运营组工作进度，协助正式队员完成各项内容，保证整体进度的进行。	能够积极参与到 RM 赛事中的在校学生，热爱 RM 赛事，熟悉运营工作流程，能够协助组长以及正式队员完成工作任务，态度端正。	

## 4.资源可行性分析（10）

上赛季购买了大量官方物资及其他物资，通过严格的物资把控和清点，剩余大量可用物资在本赛季。使得本赛季可以多余的资金去研发探索机器。因此本赛季将延用上赛季的物资管理方案，并且在购买新型物资方面将进行多次开源、模拟和审核保证新型物资的可使用性、稳定性及成本合理性。

### 4.1 本赛季可用资源概述

类别	来源	资源描述	初步使用计划
资金	学校 / 学院各级组织	信用卡	用于官方物资、耗材以及加工件的购买
物资	往届遗留	麦克纳姆轮、C620 无刷电机调速器、摩擦轮、RoboMasterGM6020 直流无刷电机等只需维护可重复使用的元器件螺丝、螺母、铜柱等剩余标准件	用于本赛季机器人装配
加工资源	往届遗留、购买	雕刻机、车床、3D 打印机等加工设备玻纤板、铝合金管、PLA 等耗材	用于本赛季机器人的制作
宣传资源	媒体、社交平台等	公众号、b 站	录制短视频或撰写文案上传至平台
赞助资源	赞助企业	免费提供定制队服	定制队服

### 4.2 资金预算分配规划

（概览，详细版本在“团队预算”Excel 文件中体现）

模块	可用资金预算	备注（如有）
步兵	15000	C620 无刷电机调速器、摩擦轮、RoboMasterGM6020 直流无刷电机

英雄	1500	玻纤板、铝合金管、PLA
工程	12100	气瓶、XROLL HEXROLL 内嵌 3508 麦轮
哨兵	3000	全向轮，导电滑环
无人机	10000	MF3016 螺旋桨，碳纤维板材
飞镖	500	玻纤板
雷达	1600	工业相机
运营	500	周边
差旅	800	交通
总计	45000	

### 4.3 资源可行性分析

对步兵、英雄、飞镖因未进行大方面的改动只进行了整车的优化升级因此将减少不必要的资金投入，对哨兵因其部分改动及优化前期将先得到较大资金的投入，剩余大量资金本赛季将投入无人机和工程的研究制作。

因步兵、英雄、飞镖、哨兵的技术较为成熟及无人机、工程的不确定性，前期将投入大量人力资源于步兵、英雄、飞镖、哨兵，以求在短时间内完工。

对无人机、工程机器人进行低成本和低成本两套方案并将其制作计划退后，在完成其他兵种机器人的制作后根据剩余资金物资选定方案进行制作，如果资金缺口较大将适当对工程机器人预算进行缩减以保证其他兵种的顺利制造，如果剩余资金物资丰富将启动低成本方案并在尽可能的情况下对其研发成本进行追加。

## 5.宣传及商业计划（10）

### 5.1 宣传计划

#### 5.1.1 宣传目的

(1) 让更多人知道 RoboMaster 这项赛事，吸引更多的爱好者关注这个比赛，传播青年工程师文化，营造科技创新的氛围

(2) 传播队伍文化，在校园内树立起良好的队伍形象

(3) 与其他战队进行友好交流，广泛吸取经验

#### 5.1.2 宣传指标

社交媒体		2023 赛季实际情况			2024 赛季预期		
平台	账号名	曝光总量	内容数量	平均曝光量	曝光总量	内容数量	平均曝光量
B 站	TCN 机器人实验室	3527	11	320	20000	31	645.16
微信公众号	TCN Robot Lab	3321	31	110	7200	35	200

#### 5.1.3 宣传规划

时间	事件	活动目的	活动内容	备注
9 月	新赛季前的准备	为纳新和备赛做好基础工作	1. 打扫实验室 2. 计划纳新	
10 月	新赛季规则发布	了解规则改动，更好备赛	1. 进行规则吐槽大会 2. B 站发视频	

10月	正式纳新	扩大战队队伍，增强战队实力	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 举办线下宣讲活动</li> <li>2. 在图书馆门前展示机器人，吸引新生</li> <li>3. 在B站和微信公众号上发视频和推文</li> </ol>
10月	队内培训	让新生打好基础，选拔优秀新生	学长学姐讲解代码及如何操作机器
10月	观看官方赛季宣传片	增进成员感情，使队员之间更有粘合力	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 一起观看宣传片</li> <li>2. 在微信公众号上发推文</li> </ol>
11月	战队推广	让更多人了解到战队，扩大战队影响力	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在微信公众号上发推文</li> <li>2. 在B站上发推文</li> </ol>
11月	举行团建	促进成员之间的感情	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 一起出去吃饭</li> <li>2. 在微信公众号上发推文</li> </ol>
12月	期末总结	弥补不足之处，以便于更好备赛	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 管理层一起讨论需要改进的地方</li> <li>2. 以文本的形式记录下来并发给各组成员</li> </ol>
次年1月-2月	战队推广	宣传战队	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 微信公众号发表推文</li> <li>2. B站发新年祝福视频</li> </ol>
次年3月	准备参赛	为比赛做好充分准备	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2024赛季出征纪录片</li> <li>2. 比赛推送</li> </ol>
次年4月	联盟赛出征	展示战队实力，并与其他战队进行良好交流	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2024赛季联盟赛纪录片</li> <li>2. 比赛推送</li> </ol>
次年6月	区域赛出征	展示战队实力	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2024赛季区域赛纪录片</li> <li>2. 比赛推送</li> </ol>

次年 7 月	赛季总结	为下个赛季做准备， 并着手纳新宣传	1. 总结比赛，并发表推文 2. 宣传战队	
--------	------	----------------------	--------------------------	--

### 5.1.4 周边规划

上个赛季的周边有兵种贴纸、帆布包、刻有 TCN 字样的手环等。本赛季决定将上个赛季的周边进行改良，使之更贴合 24 赛季。新赛季中兵种贴纸中的表情进行重新设计，帆布包和手环将由新周边替代。新周边有亚克力兵种钥匙扣、刻有本学校及战队字样的 NFC 卡、吉祥物挂件，亚克力兵种钥匙扣由训练室和 NFC 卡自印。吉祥物由运营组成员设计，希望其中含有团结、创新等含义，象征了训练室的欣欣向荣和充满无限可能。

## 5.2 商业计划

### 5.2.1 战队招商客户规划

(1) 客户行业分类：

①生产厂商：日常所需的基础零件生产工厂，如五金厂、材料加工厂等。

②技术企业：具有丰富研究机器人与人工智能的经验，拥有大量技术储备的科研企业，相互借鉴并扩大知名度，最终达成合作共赢。

③宣传平台：利用各大网络平台，如微博、B 站、抖音等，发布宣传视频，突出战队优势，吸引潜在客户关注，扩大知名度。

④教育联动：战队可与教育企业合作开展实践教学，为教育企业提供技术支持，推动机器人教育的普及。

⑤校内组织：与校内各优秀部门共同创建特色校园文化，增强战队文化氛围。

⑥快递物流：本赛季物流均以合作商优先。

(2) 目标数量：

①资金方面：冠名赞助商一名，若干合作商提供资金支持。

②物资方面：要提供两件及其以上可共享的设备支持。

③技术方面：找到一个及以上可提供技术支持的合作对象。

### (3) 目标体量:

①资金方面: 学校给予战队赛事的运行经费; 战队参加重大赛事获取的运行基金; 合作赞助商资金支持; 毕业老队员与校友会资金支持。

②物资方面: 与校内信息与控制工程学院、机械工程学院建立联系, 最大化共享设备; 同所在地高校进行物资共享; 合作的赞助商提供资金与设备支持。

③技术方面: 通过与有经验的校友或招商合作企业进行技术交流与培训, 不局限于校内技术, 打破技术壁垒, 进行技术创新。

### (4) 合作模式

①资源互换: 与合作赞助商进行资源互换, 可以拓展资源, 与其共享资源。

②技术合作: 与合作伙伴按照合同或协议相互配合, 进行技术经验交流。

### (5) 渠道来源

①校内资源: 学校直接提供或者与校内其他学院互相分享的资源。

②社会资源: 不同高校之间互相分享的资源, 与之合作的赞助商或校友会等社会人脉提供的资源。

## 5.2.2 战队招商资源优势及亮点

(1) 学校重视: 学校专门设立电子技术创新实训室并配有专业的指导老师为 RM 赛事做准备, 校方也很支持战队与校内学生组织、校外企业合作。

(2) 宣传优势: 战队公众号、B 站官方账号及微博号都拥有一定的粉丝数量, 流量较好, 创意内容制作能力较强, 是战队招商的重要资源之一, 也是我们与其他品牌合作的重要桥梁, 可以为品牌提供一定的宣传推广能力。

(3) 人才优势: 战队部分队员已具有对外培训能力和自主招商能力, 在不影响备赛的前提下可与参与招商活动。

## 5.2.3 战队招商目标规划

### (1) 招商方式

①运营组成员与校内各学生组织进行合作, 建立本校赞助资源共享机制, 共创活动以吸引赞助商的目光, 为战队的发展提供更多的关注与支持, 提高赞助商对战队的关注度。

②扩大宣传力度，维系原有合作关系的同时，与更多赞助商合作，拓宽资金来源。

③与各大高校之间建立互助共享关系，进行交流与合作，不局限于本战队已有资源，以“互联网+”形式与全国各地高校建立联系，分享资金或物资来源。

④团队成员在互联网上联系生产厂商，降低基础物资成本。以物换物，以战队的技术物资产出与企业进行机器人工程方面的技术交流。

⑤发挥战队学科以及技术优势，与中小学建立联系并开展公益活动，以技术讲解或者知识启蒙作为引导，使 RoboMaster 赛事不局限于 RM 圈内发展，在各方面提高战队知名度。

## (2) 招商时间轴

时间		招商具体规划
第一阶段	2023. 09-2023. 10	做好赛季初招商计划，对本赛季所需资金进行预算分析
		纳新后与新队员见面，制定培养方案
	2023. 10-2023. 11	新老队员一起整合实验室现有商业资源
		联系高校进行资源共享，线上线下相结合联系招商对象
第二阶段	2023. 11-2024. 01	通过宣传活动达到初步招商准备
		拓宽现有赞助商人脉，寻求优质合作对象
		对比各合作对象，将其纳入候选赞助商行列
第三阶段	2024. 01-2024. 02	全队综合对比选出期待合作对象
		队员与企业商讨合作赞助商权益事宜
	2024. 02-2024. 03	签订合作协议
第四阶段	2024. 03-2024. 05	制作赞助广告、队服冠名制作、公众号及日常视频广告位

		生产联名周边(赛场可交换的联名周边)
第五阶段	2024. 05-2024. 08	比赛周期保障赞助商权益
		与其他高校交流并积累招商经验
		与本赛季赞助商商讨下赛季合作事宜

### (3) 赞助商权益框架

(1) 机器人车体广告:在机器人车体明显处粘贴合作企业宣传贴纸广告。

(2) 宣发平台广告:在进行校内视频宣传、公众平台推文时,后附合作企业 logo 或特别鸣谢。

(3) 比赛服饰广告:在战队比赛队服上绘制合作企业的 logo。

(4) 比赛展位广告:在比赛现场参赛队伍候赛区及队伍展示区摆放合作企业提供广告。

(5) 活动场地宣传广告:在战队实践场地摆放由合作企业提供的宣传。

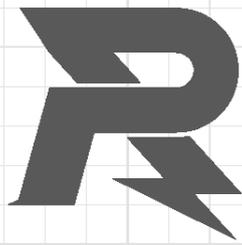
(6) 制作视频采访:展示合作企业的标志志等相关信息,并在采访中表示对合作企业的感谢。

## 5.2.4 本赛季招商目标

招商活动是推动战队发展的重要手段之一,通过制定合理的招商目标和实施方案,可以增加战队的收益和扩大战队的规模。往年资金来源多为学校支持,经常出现资金周转不开等情况,为保障团队工作有条不紊地进行,本赛季为争取采用校内外资金相结合进行招商活动。团队运营需要招商活动来维系团队的日常运营和机器人研发及后续工作的资金保障。

广泛的外界招商活动也能为团队的资金预算、队员的综合发展提供稳定保障,运营组成员也可借此机会与校外企业取得联系,得到赞助商及相关企业的青睐。有了校外企业的资金及物资支持,能更好地帮助战队得到更多关注度,扩大自身知名度,不局限于校内及 RM 圈内,真正的将招商活动融入到团队运营中,二者相辅相成才能够真正有效地提高团队实力,争取各方面的提升。

招商活动对内可以保障机器人制作计划的顺利进行,对外将 TCN 团队知名度扩展到校外,实现校企联动,将团队运营最大化发挥作用,为技术组提供物资及后勤保障。团队成员也可通过招商活动扩展视野,锻炼社交能力和技术能力,为以后的职业规划多做准备。



邮箱: [robomaster@dji.com](mailto: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街道仙茶路与兴科路交叉口大疆天空之城T2 22F