

赛季 规划

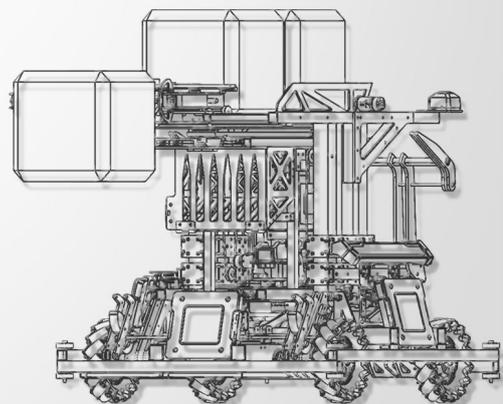
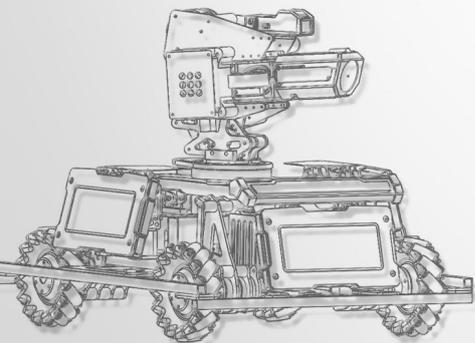
ROBOMASTER NEW SEASON'S PLAN

ROBOMASTER 2022

机甲大师高校单项赛

辽宁科技大学COD战队

2021年11月





目录

1. 规则技术点分析.....	3
2. 技术方案分析.....	3
2.1 机械结构方案设计.....	3
2.2 硬件方案设计.....	3
2.2.1 硬件整体框图.....	5
2.2.2 单板硬件说明.....	6
2.3 软件方案设计.....	7
2.4 算法方案设计.....	7
2.4.1 图片预处理.....	8
2.4.2 轮廓筛选匹配.....	8
2.4.3 跟踪（局部处理）.....	9
2.4.4 Shell 脚本.....	9
2.5 测试方案设计.....	9
3. 项目进度计划.....	10
3.1 机械.....	10
3.2 电控.....	10
3.3 视觉.....	11
4. 赛季人力安排.....	11
4.1 团队架构设计.....	11
4.2 团队建设思路.....	12
4.2.1 战队例会交流.....	12
4.2.2 战队新生培训.....	12
5. 预算分析.....	13
5.1 预算估计.....	13
5.2 资金筹措计划.....	13
6. 技术方案分析参考文献.....	13

1. 规则技术点分析

在 2022 赛季规则下，本赛季英雄依然作为推塔利器的存在，外加狙击点增益属性的金币调整，英雄的战略地位得到一定的提高，对于英雄而言，近距离瞄准、远距离吊射仍然是要关注的技术点，在英雄吊射单项赛主要内容为英雄机器人位于 20 米以外的英雄狙击点对基地进行 15 发弹丸吊射。对于这种远距离吊射而言，最重要的因素就是发射弹道的稳定性和英雄云台角度调整的及时性。本赛季英雄需要减轻云台质量，便于瞄准和发射后的稳定性，为了提高命中率也要加上视觉、机械方面的辅助功能，利用视觉技术更好的锁定装甲板位置，通过机械限位更好的控制云台以及发射机构的稳定性。英雄机器人要注重稳定性，做到稳扎稳打，重拳出击。

2. 技术方案分析

2.1 机械结构方案设计

英雄机器人将采用本队伍自主研发的全局自适应悬挂系统，能有效的应对各种地形路面。

①针对远吊基地和前哨站的要求，英雄机器人需要选择合适的发射电机并在吊射时减小后坐力对精度的影响。在远距离下的狙击中，视觉识别会变得比较飘渺，所以我们将采用定点发射对前哨站和基地进行吊射，在吊射时通过机械结构锁死云台和底盘。

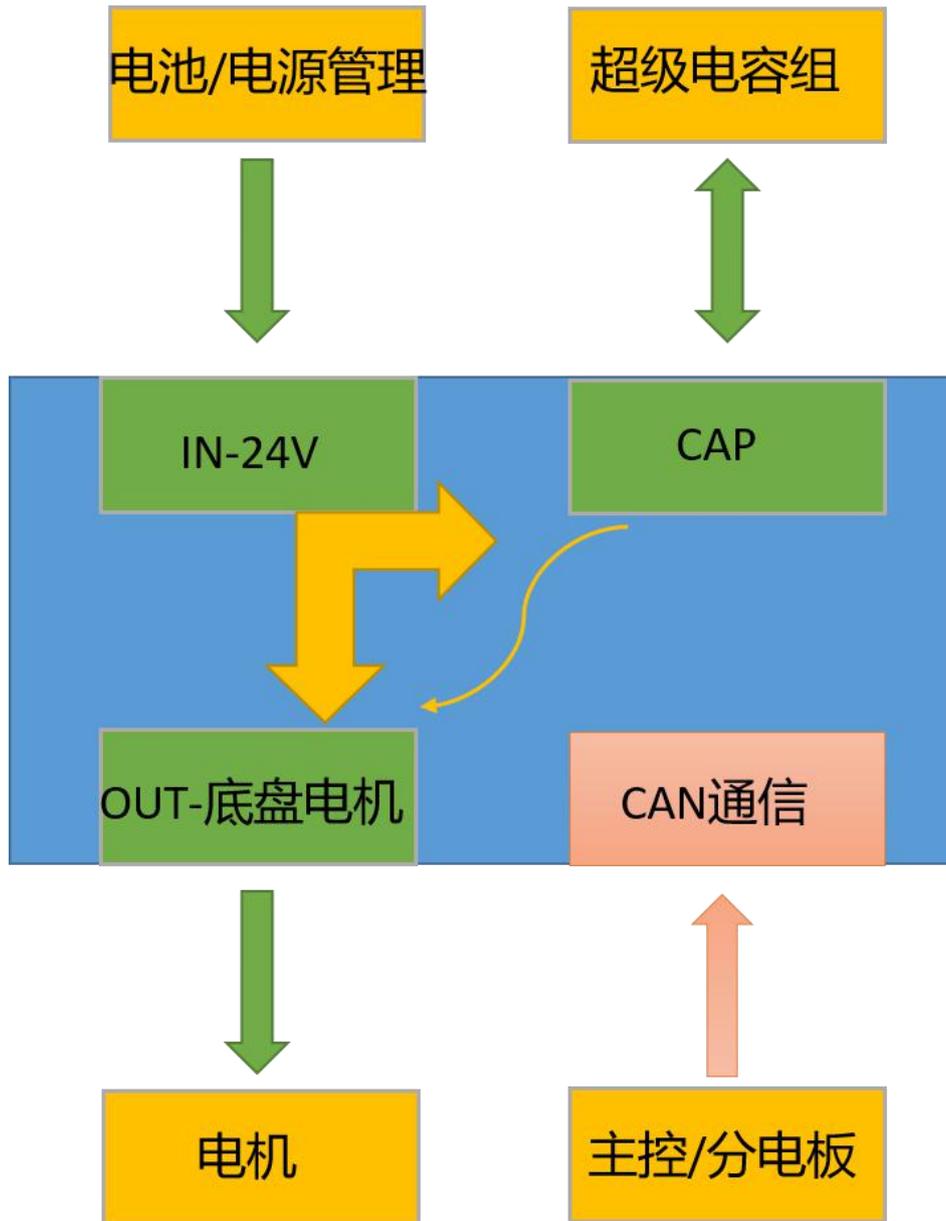
②为了提高英雄机器人的灵活性，英雄机器人底盘将采用与步兵机器人相同的布置方式，另外采用下供弹式供弹结构。车上的机构和零件经合理的受力和拓扑优化，在不降低机构强度的情况下尽可能的减重，缩小云台体积，使英雄机器人的尺寸减小，质量降低到 20kg 以内。

③单发式拨弹盘单发限位与弹丸位置固定有关，使弹丸能在同一位置与摩擦轮接触，即使弹丸在同一位置被打出，可以有效的提高弹道稳定性。

2.2 硬件方案设计

A. 超级电容

赛季进行普通步兵底盘功率的限制（30W-100W 多个等级），为了能充分并合理使用资源，使用提前储能的法拉电容对功率缺口进行补充，以满足场上机器人对行动的需求。超级电容部分图解如下：



3508 配套电调 C620 输入典型电压为 24V，最高达 27V，我们选用 2.7V 电容器设计电容组，每组有 10 给电容单体串联，总电压 $V_{CAP} = 10 * 2.7V = 27V$

比赛规则要求超级电容组总的能量不能超过 2000J，电容能量计算公式：

$$E_{CAP} = \frac{1}{2} CV^2$$

把 $V = V_{CAP} = 27V$ ，可得出来 $C \leq 5.48F$ 。

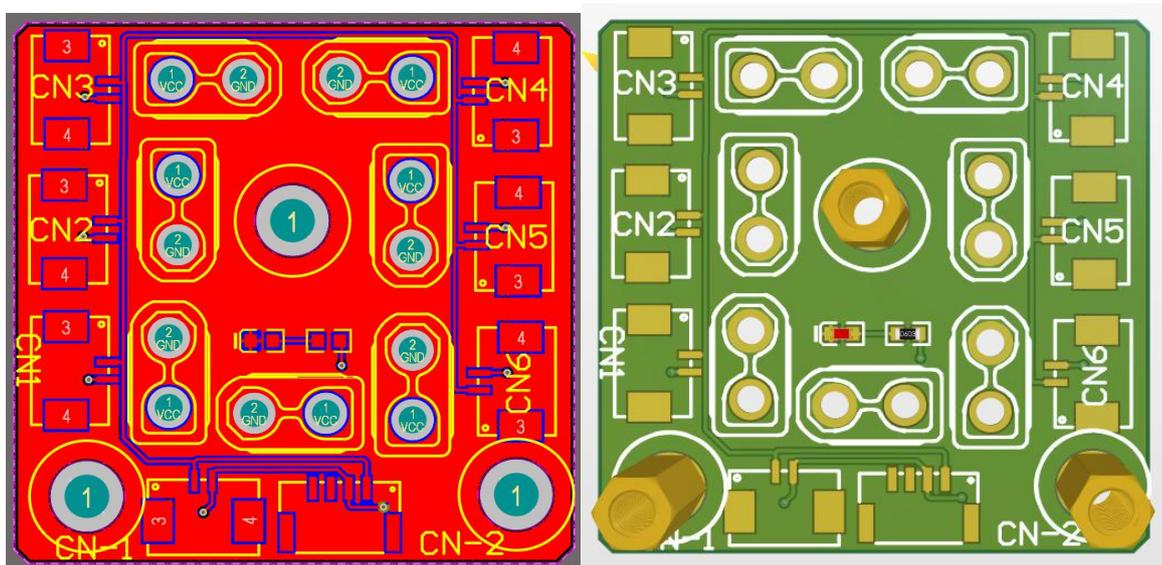
综上，我们选用 50F. 2.7V 10 个法拉电容串联

超级电容状态显示设置：

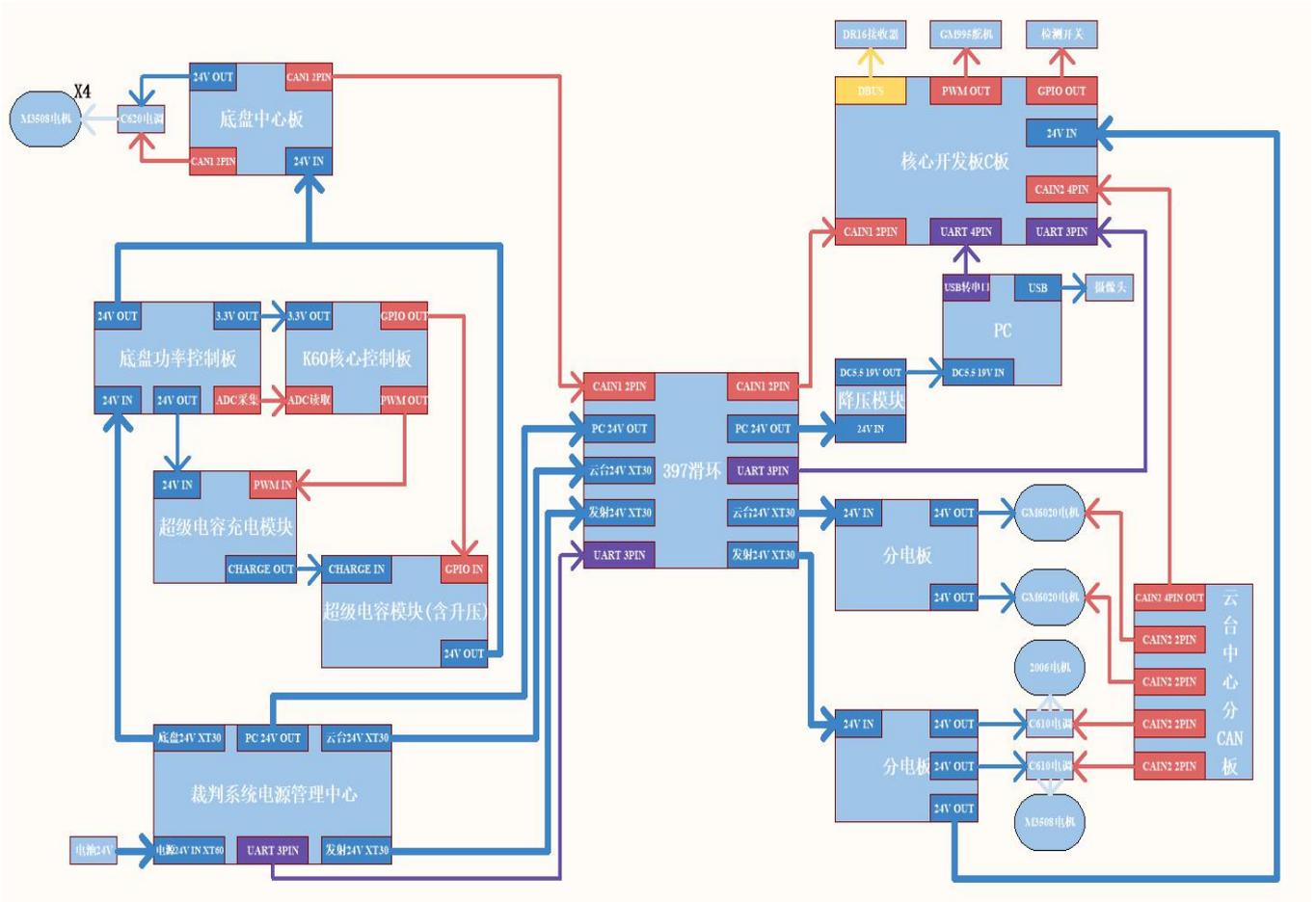
1. 正常模式：以恒定功率或与裁判系统最大功率成比例的功率充电，剩余功率通过高压侧开关直接提供给底盘。由于采用直接供电底盘，此模式的能量损失最小。
2. 超功率模式：以裁判系统最大功率给电容器充电。将电容器升压至 26V 后，向底盘供电。该模式的效率仅为 85% 左右，但可在短时间内提供约 240W 的超功率输出。
3. 不充电模式：裁判系统最大功率通过高压侧开关直接提供给底盘。由于采用直接供电底盘，此模式的能量损失最小。
4. 超级电容检测：关闭提供给底盘的所有输出，并以裁判系统最大功率为电容器组充电。此状态仅在检录期间使用。
5. 停止模式：关闭电容充电模块，关闭电容升压模块，关闭高压侧开关。在机器人死亡或过载保护模式下会进入此模式。在此模式下，输入、输出和电容器组完全断开。

B. 分电板/中心板

中心板的设计参考 RoboMaster 电调中心板。采取 4 层 PCB 的设计，提升板子的抗干扰能力、载流能力以及布局布线可行性。同时降低成本。实际使用时采用 EVA 进行隔离、绝缘，提高稳定性。输入端采用 XT30 接口供电，输入持续电流 15A、峰值电流 30A。布局有 8 个并联的接口用作 CAN 总线接口。遵循差分布线原则。分电板效果图如下：



2.2.1 硬件整体框图



2.2.2 单板硬件说明

单板	设计需求	风险评估
RoboMaster 开发板 A 型	主控制器	主控出现烧板现象可能导致车辆失去控制
RoboMaster 开发板 C 型	当作陀螺仪使用	陀螺仪容易受温度影响发生温漂，导致角度发生偏移
分电板	集中连接底盘电机驱动器	需要计算过载能力，超过额定电流导致烧毁
Jetson tx2	视觉图像处理	需要稳定的大功率电源，停止运行会导致自瞄无法使用

单板	设计需求	风险评估
超级电容控制板	为不同的接口连接作转接，使其相互配合	Pcb 设计可能出现不稳定的情况
视觉降压模块	为视觉运算端提供稳定的电源	
滑环线转接板		滑环老化影响信号传输

2.3 软件方案设计

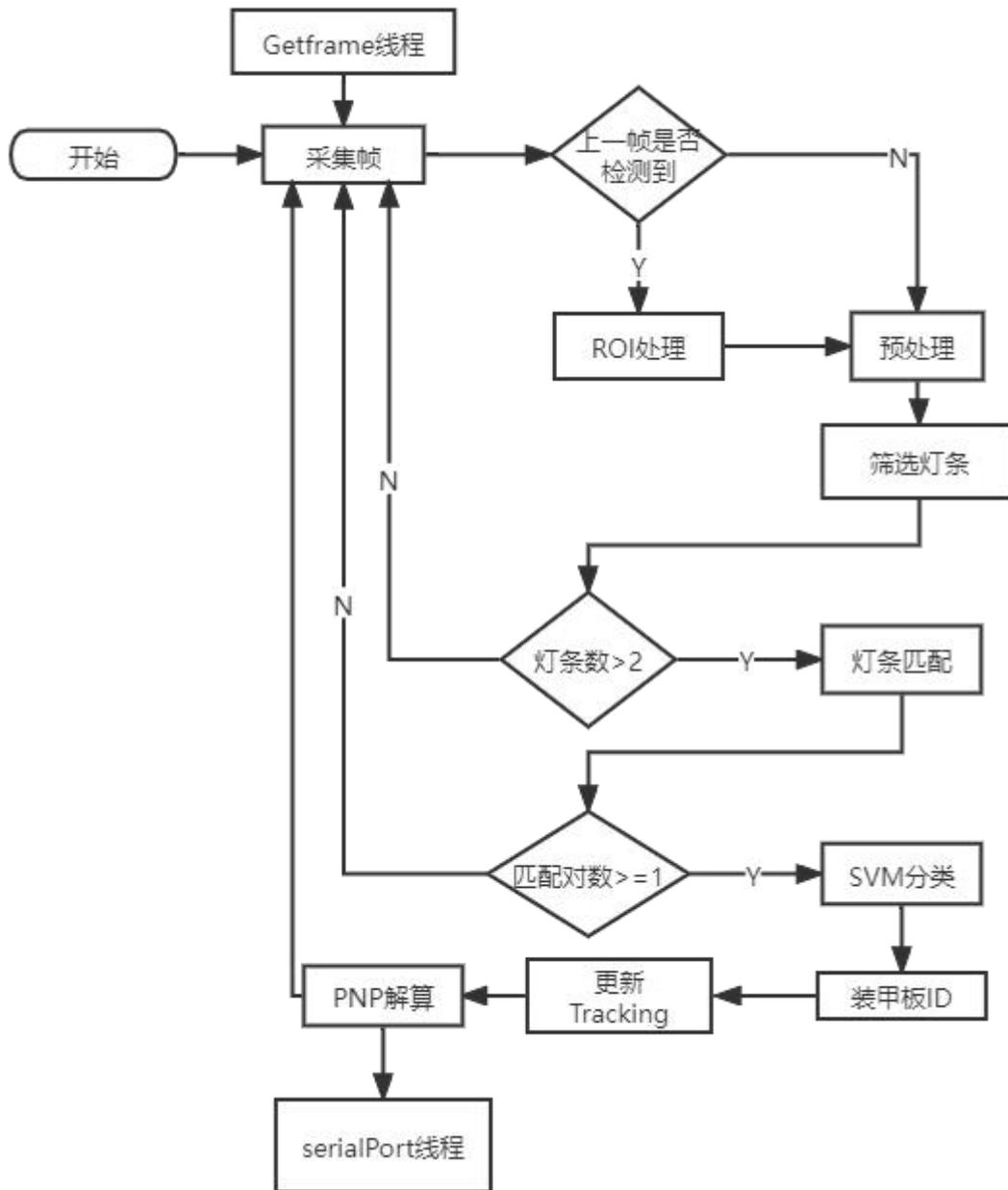
本赛季英雄采用上下层双板控制，通过板间通讯来控制整体运作。

- ①上层云台：瞄准方式借鉴大连理工英雄开源，采用激光测距辅助瞄准，通过超越方程计算炮口 Pitch 轴角度，再通过云台陀螺仪 Yaw 轴、Pitch 轴数据进行闭环处理，以达到锁死云台方向的目的。摩擦轮则采用阶梯算法，对弹丸接触摩擦轮的不同状态进行解算，实现电机不同阶段的自我调整，来争取摩擦轮不掉速，弹丸发射不漂移，保持接下来弹丸发射的弹道。
- ②下层底盘：英雄底盘新增加陀螺仪来解算角度角速度，对于底盘运动进行运算分析，从而更好地控制底盘运动状态，将底盘电机锁死来减少英雄发射后坐力的影响。

2.4 算法方案设计

考虑到现有的硬件设备该赛季英雄还将采用传统计算机视觉进行识别（机器学习辅助），在对原有算法添加 ROI 局部处理算法后处理速度得到大幅提高，稳定在 200fps 左右，且在稳定性上有了进一步提高。装甲板识别是自瞄系统的基础，本赛季自瞄选用传统视觉完成装甲板识别任务。主要依赖于 OpenCV 视觉库及支持向量机等算法。自瞄的实现主要流程有：图片预处理、轮廓筛选、灯条匹配、位置解算。

主要内容包括：图片预处理、筛选轮廓、灯条匹配、目标选择、和位置解算。



2.4.1 图片预处理

对输入图像进行图像通道分离，通过通道间的加权计算可以得到较为理想的灰度图像，再进行二值化处理，得到二值化图像，对二值化图像做形态学处理帮助处理一些干扰，为轮廓筛选做准备。

2.4.2 轮廓筛选匹配

对二值图像进行轮廓检测。遍历轮廓筛去面积小的轮廓，对满足条件的矩形进行椭圆拟合，以获得较为准确的宽、高、倾角等信息，再通过对宽高比及倾角筛选到合适灯条存入容

器。

对上一步得到的灯条信息按其最小矩形框中心点横坐标离图像素坐标中心的横坐标的距离升序排列（自瞄优先选择位于画面中心的装甲板击打）。此时离中心点较近的坐标会排列到 Vector 容器的前端，通过嵌套循环对两个灯条的距离与其长度的比值、倾斜角度等进行筛选得到匹配的灯条。之后通过灯条的角点信息对图片进行 ROI 处理，将得到的新图片进行 SVM 分类得到装甲板上的数字。

2.4.3 跟踪（局部处理）

因为目标装甲板仅占图像一部分，因此使用上述方法会浪费大量的硬件资源同时会导致识别帧率过低。下面对其进行局部处理优化，如果前一帧识别到装甲板，则该帧利用上一帧图像的位置信息对新一帧图像进行 ROI 处理（仅选取装甲板及其周围区域），之后的预处理、轮廓筛选、轮廓匹配在此基础上进行，这不仅减少了不必要的运算提高了帧率同时还实现了跟踪的效果。

2.4.4 Shell 脚本

在上个赛季中，由相机与上位机连接不稳定会导致退出程序，且在比赛或者调试过程中不易发现，该赛季中参考一些学校的开源在 Ubuntu 开机自启文件 rc.local 中加入用来循环检测连接、程序是否启动的 shell 脚本，并且能够在程序未启动时主动启动程序，能在一定程度上避免由于连接不稳定带来的问题。

2.5 测试方案设计

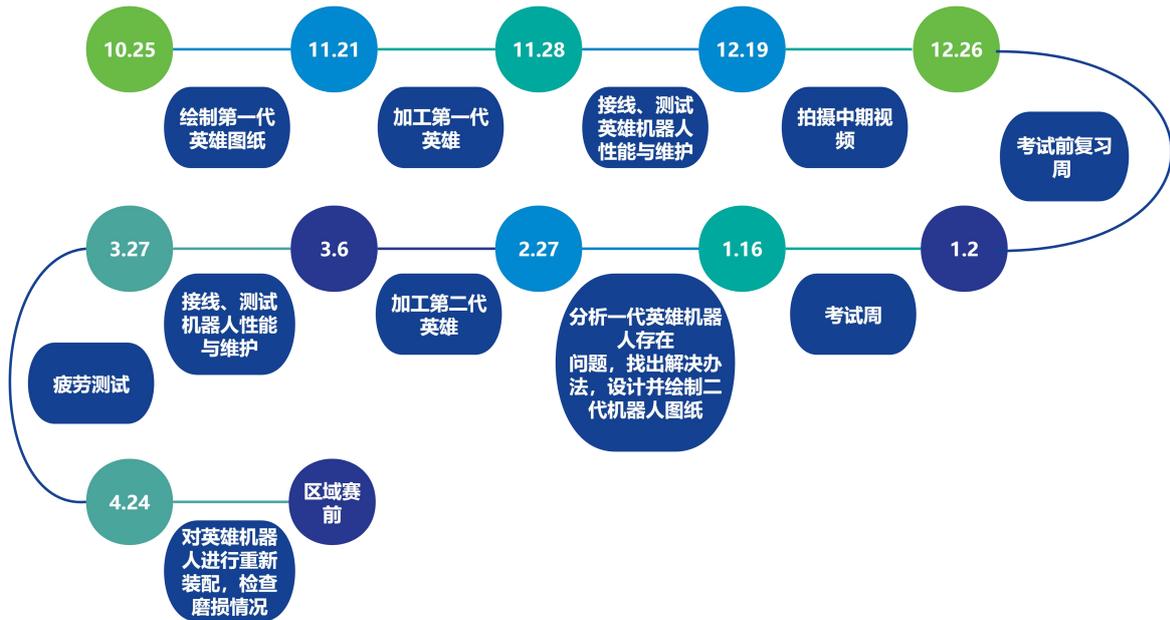
①云台稳定调试：通过激光红点作为参照物，固定英雄底盘，多次发射弹丸，探究云台稳定程度，统计数据，做出云台重力与补偿电流的线性关系，通过给与电机补偿电流帮助云台自稳。

②摩擦轮调试阶段：分为两个阶段：空载调试与发射调试在摩擦轮调试阶段，在空载调试时，我们会先使用 serialplot 可视化波形图软件显示摩擦轮转速，并进行调试，并力求将其误差控制在可达到的极限范围。在发射角发射角度稳定调试完成后将进行摩擦轮的发射调试，因弹丸与摩擦轮接触时，电机会存在断崖式掉速的问题，在这个调试阶段中需要让摩擦轮与飞镖接触过程中电机提供足够的恢复力，将降速降至最少，平稳恢复至目标转速，使飞镖速度达到预期要求。

③弹道稳定测试，在弹丸落点出进行统计，找出弹丸偏离轨道原因，分析弹道不稳和发射机构、摩擦轮磨损程度的关系，进行适应性改良。

3. 项目进度计划

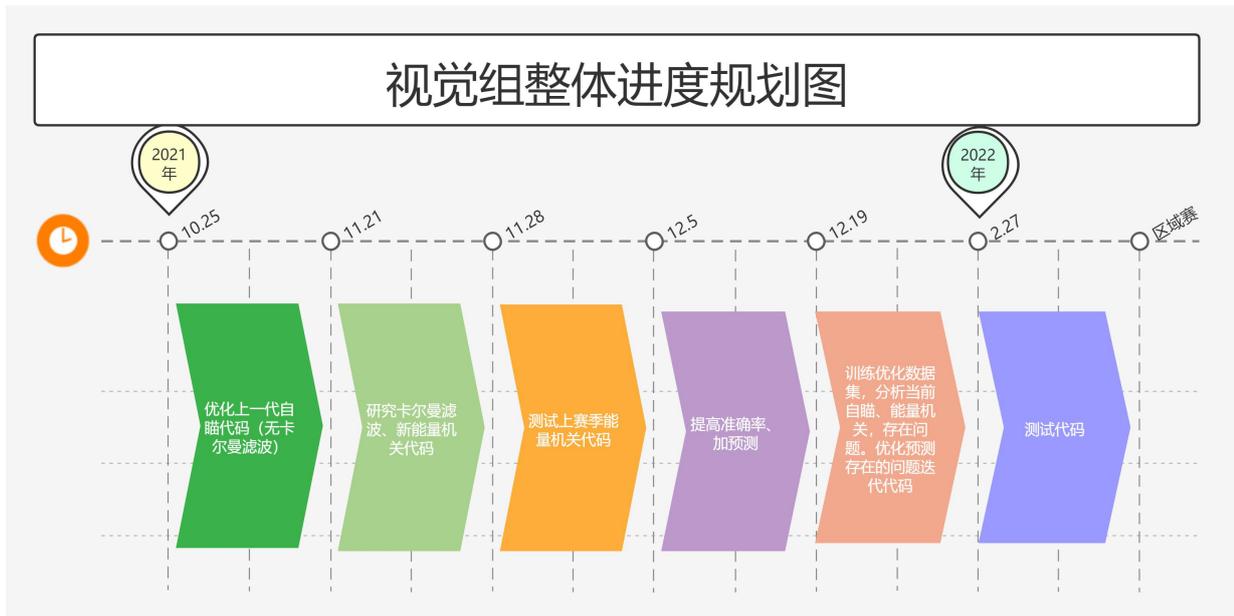
3.1 机械



3.2 电控



3.3 视觉



4. 赛季人力安排

机械组：杨耀

视觉组：王政耀

电控组：袁令康

硬件组：田耀鹏

4.1 团队架构设计

角色	职责职能描述	人员要求	人数
机械组成员	1. 设计机器人机械结构、对已完成的机械结构进行分析与迭代 加工与组装机器人、维修机器人	具有一定机械设计基础、熟练 Solidworks 等三维制图软件、熟练操作 3D 打印机等加工工具	1
电控组成员	进行代码的编写, 控制整车运动, 射击等, 调试各模块功能, 负责电路开发, 代码编	能够熟练使用 STM32 进行嵌入式编程, 至少掌握一种控制方案, 对机器人控制理论有一	1

角色	职责职能描述	人员要求	人数
	写，故障排查分析，反馈结构设计合理性	定了解	
视觉组成员	负责对机器人视觉部分代码编写调试与优化 雷达系统代码的编写与调试	熟练使用 Linux 操作系统、Opencv、英伟达系列嵌入式开发板、熟悉一种深度学习框架	1
硬件组成员	超级电容的研发与调试 大符的研发与调试 相关硬件开发板的研发与调试	有一定集成电路设计经验，熟练使用 Altium Designer 等集成电路设计软件	1

4.2 团队建设思路

4.2.1 战队例会交流

战队每周末晚 19:30 会组织开展例会，在会议上讨论一周的工作情况，总结上周的内容，安排下周的任务，加强队友之间的交流，讨论队内的整体进度，例会为队员们提供技术交流和工作的平台，偶尔会邀请老队员来向新队员讲述他们备赛期间与战队以及 RM 比赛之间的故事，使新成员在战队中能够更明确自己的努力方向，更快的融入战队工作氛围，使得战队的极致精神得以传承。

4.2.2 战队新生培训

每个赛季初也是新人刚刚加入的时期，所以除了日常备赛外我们也要对新队员进行培训，来让他们更快的能够独当一面，成为真正的 RM 队员，除了技术培养外也会同时重视让他们了解围绕比赛的战队信仰与赛事氛围，来让他们更好的成为新的力量。

5. 预算分析

5.1 预算估计

项目名称	负责人	一级分类	二级分类	内容	所需数量	单位	单价	总金额	预算说明	备注	实际预算		
英雄机器人	杨耀	底盘	官方元件	麦克纳姆轮	4	个	499	1996	使用以往赛季物资	一代	4443		
				M3508电机	5	个	499	2495					
				C620	5	个	399	1995					
		供电系统		TB47	1	个	1399	1399					
		控制系统		接收机	DT7遥控	1	个	629				629	
				DR16接收机	1	个	169	169					
		云台		GM6020	2	个	899	1798					
				中心板	2	块	89	178					
		加工件		摩擦轮	2	个	100	100					
		主控系统		官方元件	开发板A	1	块	429				429	
		视觉系统		英伟达	TX2核心	1	块	3900				769	
				金宏达视电子	摄像头	1	个	1500				1500	
				英伟达	TX2载板	1	个	1000				1000	
		整体		加工板材	环氧板	1	批	700				700	
				标准件	螺丝	1	批	500				500	
		底盘		超级电容	功率以及控制模块	1	套	1200				1200	统一购买
		云台		银燕	舵机	1	个	25				25	
派欧机电	红外测距		1	个	218	218	统一购买						
整体	加工板材	碳板	1	批	1800	1800	二代						
整车合计 (单台)								19099					

5.2 资金筹措计划

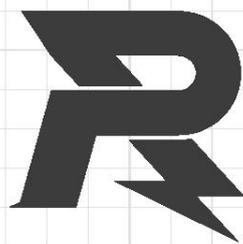
本赛季研发经费共计为 3 万元，由辽宁科技大学创新创业学院提供，计划用于购买物资与一、二代超级对抗赛全阵容机器人的加工，差旅费学校另外提供。

6. 技术方案分析参考文献

参考文献	收获点分析
哈尔滨工程大学创梦之翼战 2021 步兵技术报告	
西北工业大学视觉算法开源	使用 shell 脚本来检测程序是否正常启动
大连理工大学功率板 buck-boost 升降压电	超级电容的功率变化



参考文献	收获点分析
路	
哈尔滨工程大学超级电容开源	超级电容充放电控制
大连理工英雄开源	激光测距辅助瞄准



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