

赛季 规划

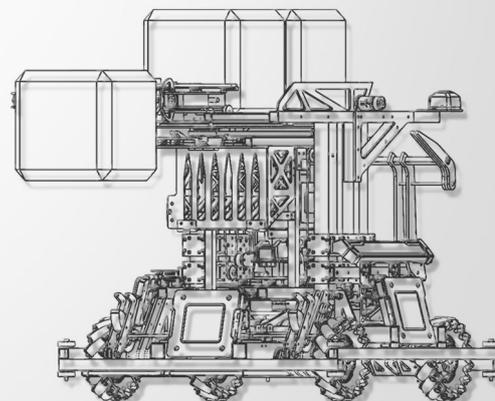
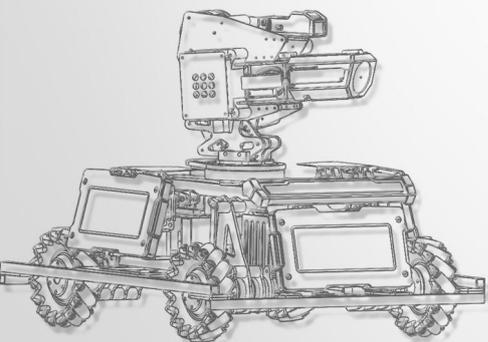
ROBOMASTER NEW SEASON'S PLAN

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	4
2. 技术方案分析	4
2.1 机械结构方案设计.....	4
2.1.1 需求分析.....	4
2.1.2 机械机构设计.....	4
2.2 硬件方案设计.....	5
2.2.1 硬件整体框图.....	7
2.2.2 单板硬件说明.....	8
2.2.3 重要传感器选型说明.....	8
2.3 软件方案设计.....	9
2.3.1 软件方案架构.....	9
2.3.2 需求分析评估.....	10
2.3.3 开源软件利用.....	10
2.4 算法方案设计.....	12
2.4.1 能量机关.....	12
2.4.2 Shell 脚本.....	14
2.5 测试方案设计.....	14
2.5.1 串口打印时域波形图.....	14
2.5.2 双向超级电容与功率控制测试.....	15
2.5.3 拨弹机构测试.....	15
3. 项目进度计划	15
4. 赛季人力安排	16
4.1 团队架构设计.....	16
4.2 团队建设思路.....	17
4.2.1 战队例会交流.....	17
4.2.2 战队新生培训.....	17
5. 预算分析	18
5.1 预算估计.....	18
5.2 资金筹措计划.....	18
6. 技术方案分析参考文献	19



1. 规则技术点分析

针对 2022 赛季新增的步兵竞速与智能射击平衡步兵组，我们对平衡步兵整体进行轻量化设计，尤其是云台部分，设计自稳优化，增强抗扰能力来提高射击精度。

2. 技术方案分析

2.1 机械结构方案设计

2.1.1 需求分析

针对 2022 赛季新增的步兵竞速与智能射击平衡步兵组，为实现“以最快的速度依次通过设定好的若干任务点，到达能量机关激活点，激活能量机关”的目标，平衡步兵的底盘需要稳定且高速响应，现阶段有两种类型可选，一种为轮腿式平衡步兵，一种为常规形态悬挂式平衡步兵。目前看来，轮腿式平衡步兵优点在于整体平衡的灵活控制，且其整体高度变形范围较大（最大初始尺寸为：600*600*500mm；最大伸展尺寸为 800*800*800mm），随之其安装的装甲板高度活动范围也随之改变（对于平衡步兵机器人，变形前后，装甲模块下边缘距离地面高度必须在 60mm~400mm 范围内），利于改变纵向弹丸击中率，从而提高生存率；其缺点便是造价高，控制难。常规形态悬挂式平衡步兵则会中规中矩，造价一般，优点在于其运动时整体重心的纵向变化不大，云台的自稳情况得以较好控制。

权衡利弊，我们选择常规形态悬挂式平衡步兵。

2.1.2 机械机构设计

2.1.2.1 底盘

采取常规形态悬挂式平衡步兵，麦轮肯定不满足平衡定义，所以我们将定制包胶轮，两侧轮悬挂各自采用平行四边形结构，且利用榫接式板结构将轮组与底盘连接，如此预期底盘重心处于轮轴线中心附近，同时底盘分两层，均用铝方管座位骨架支撑起来，下层中部从上至下依次放置 C 板及场地交互；上层中部用于安放云台，底盘两侧 X 轴正反分别偏心放置装甲板、电容及电池，导轮各自置于装甲板两侧，用于防止平衡步兵底盘运动速度过快倒地不起。这种形态平衡步兵底盘预期着力“稳、快”这一特点，后期加工调试控制后，将会视情况给该底盘加装辅助动力机构，力求其于复杂地形达到预期平稳效果且有预期响应速度。

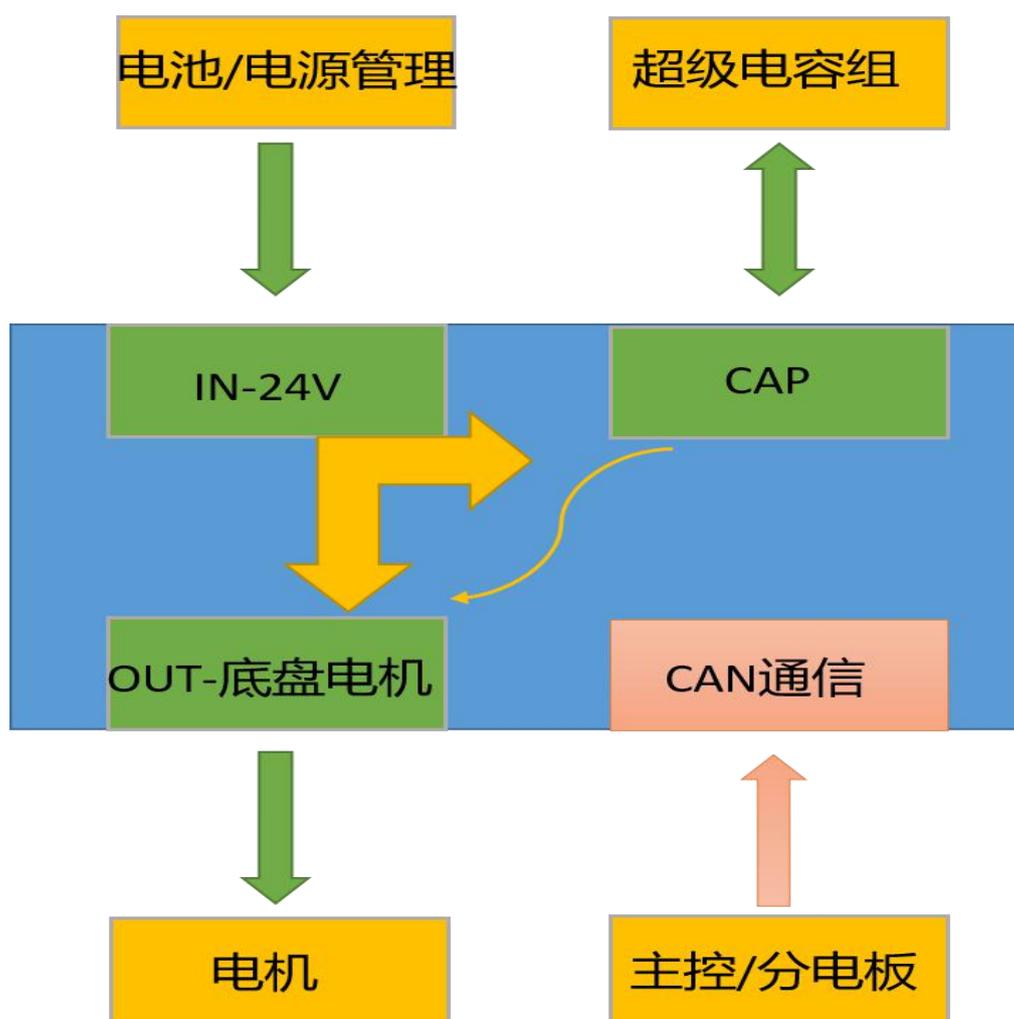
2.1.2.2 云台

延续及修改上赛季云台 Yaw 轴及 Pitch 轴结构，即 GM6020 加之回转轴承及滑环解决云台 Yaw 运动及走线问题，沿用连杆平行四边形机构控制云台 Pitch 轴运动，改动处在于摄像头上置，小幅度增大云台俯角，再者为解决卡弹问题，将拨弹盘拨爪同时换用且实验，力求得到一款不卡弹、弹道稳的拨弹盘。最后，基于上赛季打印件+板+打印件+板式安装弹仓下部拆装不便，本赛季特意将该部分进行错位式安装便于拆装调试。

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 $C \leq 5.48F$ 。

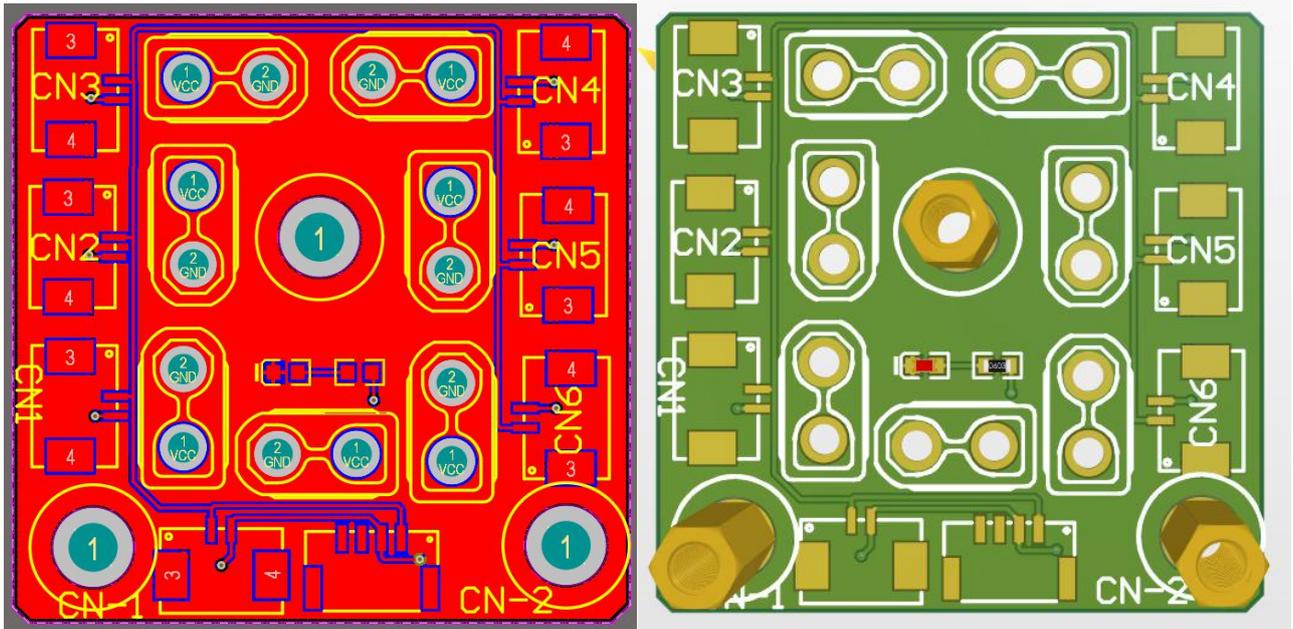
综上，我们选用 50F. 2.7V 10 个法拉电容串联

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

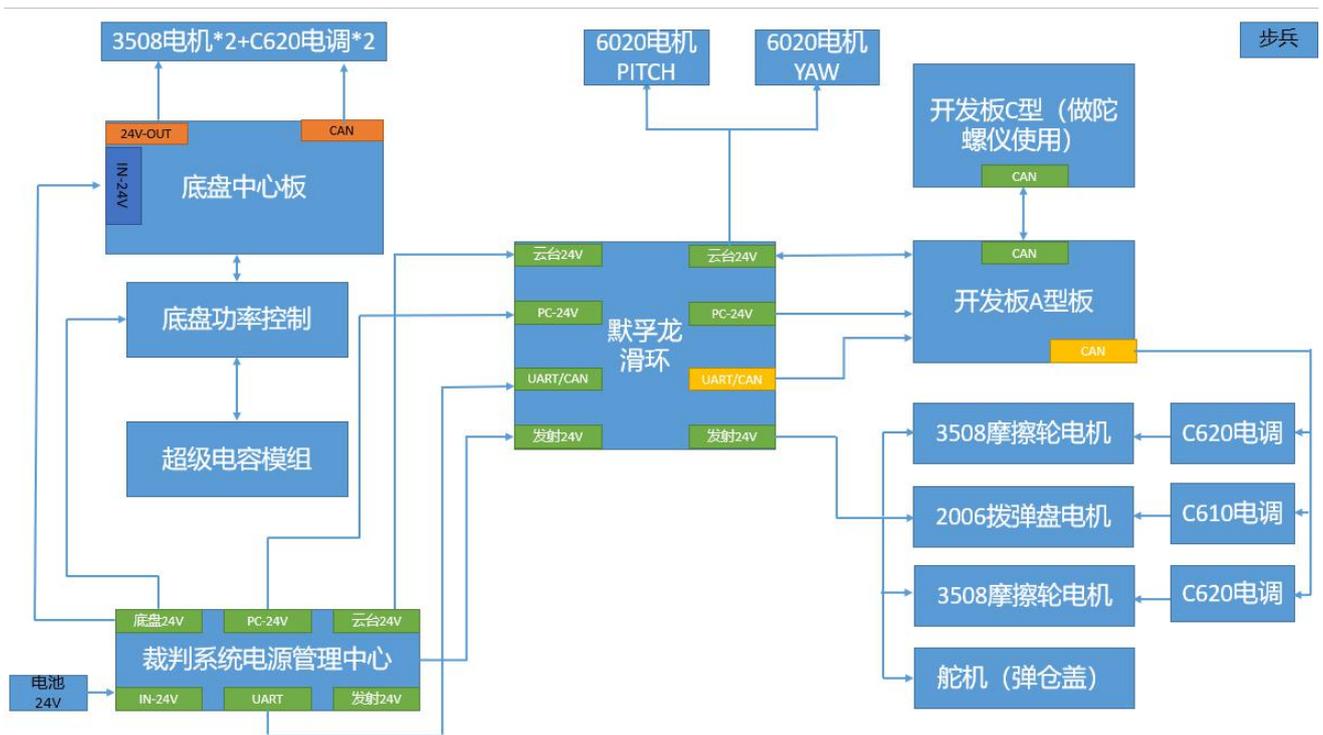
中心板的设计参考 RoboMaster 电调中心板。采取 4 层 PCB 的设计，提升板子的抗干扰能力、载流能力以及布局布线可行性。同时降低成本。实际使用时采用 EVA 进行隔离、绝缘，提高稳定性。输入端采用 XT30 接口供电，输入持续电流 15A、峰值电流 30A。布局有 8 个并联的接口用作 CAN 总线接口。遵循差分布线原则。分电板效果图如下：



C. 大功率设备

在前期比赛中主控板经常出现芯片击穿或烧毁的现象，而主控板接大功率负载可能会增大这种情况的发生，因此为保证主控板能在良好的环境下运行，所有的大功率电源全部由分电板以及降压模块提供，主控板大功率输出口一律不接用电设备；

2.2.1 硬件整体框图



2.2.2 单板硬件说明

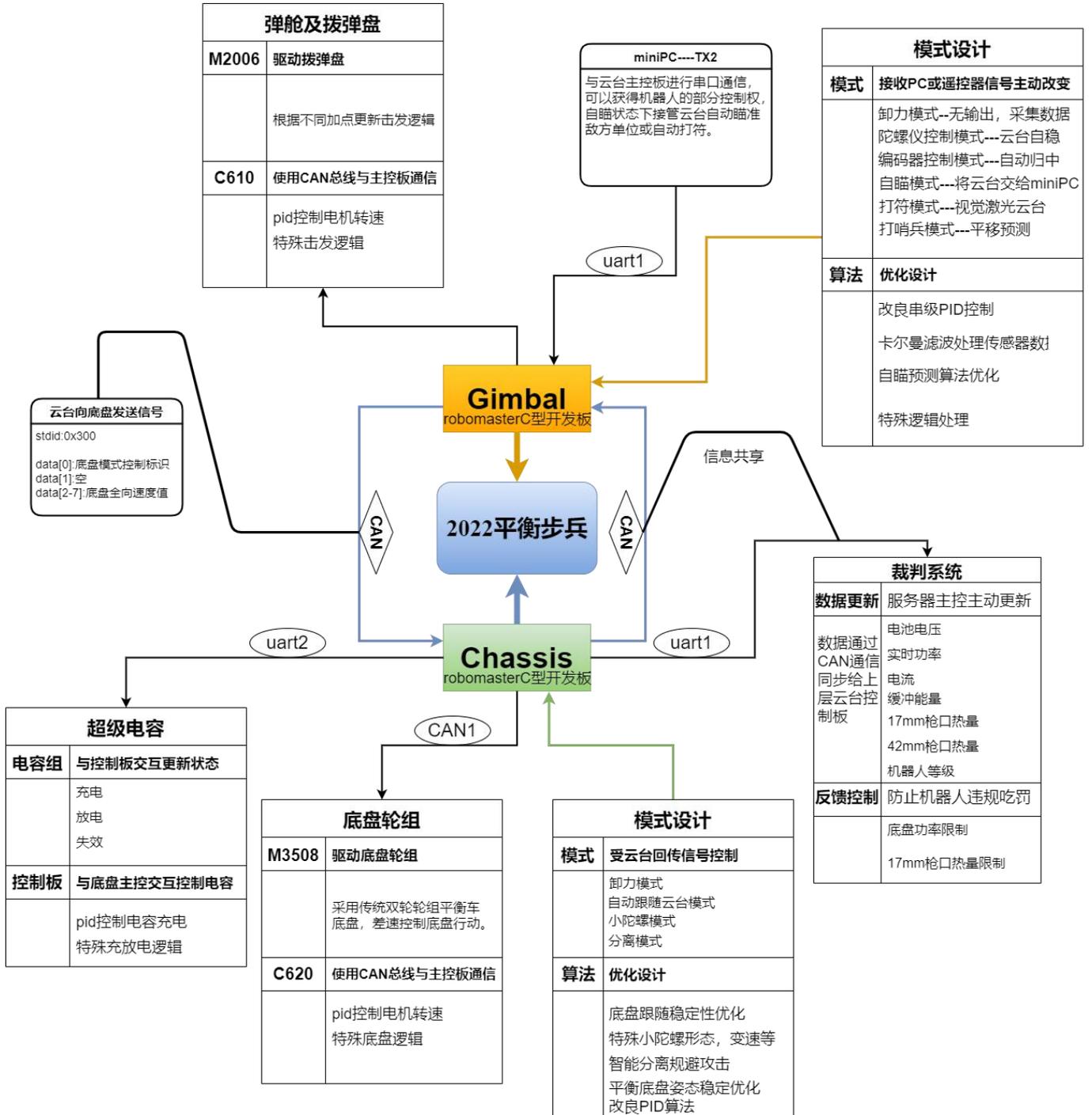
单板	设计需求	风险评估
RoboMaster 开发板 C 型	放置于底盘，负责底盘部分的逻辑控制，并利用板载陀螺仪作为底盘姿态传感器。	主控出现烧板现象可能导致车辆失去控制
RoboMaster 开发板 C 型	放置于云台上，控制云台部分并利用板载陀螺仪及磁力计作为云台姿态传感器。	磁力计容易受摩擦轮电机影响，导致其数据流不稳定
分电板	集中连接底盘电机驱动器	需要计算过载能力，超过额定电流导致烧毁
Jetson tx2	视觉图像处理	需要稳定的大功率电源，停止运行会导致自瞄无法使用
超级电容控制板	控制超级电容的充放电，以及检测当前电容状态与主控通信配合使用	控制板与主控的通信受很多因素影响，会导致功率控制出现错误导致超功率
各类电源接头转换板	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

2.2.3 重要传感器选型说明

传感器	设计需求	风险评估
海康威视工业相机	用于视觉识别	保护不佳镜头会容易损坏
欧姆龙光电开关	辅助底盘姿态反馈	

2.3 软件方案设计

2.3.1 软件方案架构



2.3.2 需求分析评估

技术需求	需求分析	设计评估
平衡底盘	平衡步兵的必要条件，是必须攻克的技术点，其性能直接决定机器人整体的发挥。	在整个平衡步兵设计研发中占有主导地位，是其他技术点能够实现的基石。
自稳云台	相较于传统步兵，平衡步兵最明显的一处缺陷就是底盘很难做到更加稳定，而是不可避免的会与云台相互干扰，所以需要设计能很好抗扰的自稳云台。	决定了平衡步兵发挥的上限，做出抗扰的稳定云台对于机器人的操作手感以及其他技术点实现都有着绝对的提升。
辅助瞄准	考虑到平衡步兵的不稳定性，我们将尝试设计具有抗抖动的自瞄算法来适配与平衡步兵，从而更容易完成能量机关的激活。	对于激活能量机关来说，靠操作手来瞄准显然不切实际，确实需要依赖视觉技术来做辅助瞄准，是能够大幅提升机器人性能的一项技术点。
超级电容	相较于传统步兵，平衡步兵少了两个底盘电机，但对于功率的损耗，以及瞬时功率的把控其实变得更为困难，机器人保持直立调整姿态过程中会频繁出现反向电流导致瞬时功率超高。	为了更好的底盘性能，超级电容也是必不可少的技术之一，它可以避免机器人在调整姿态时超过额定功率而违规。也可以提高底盘的爆发力。

2.3.3 开源软件利用

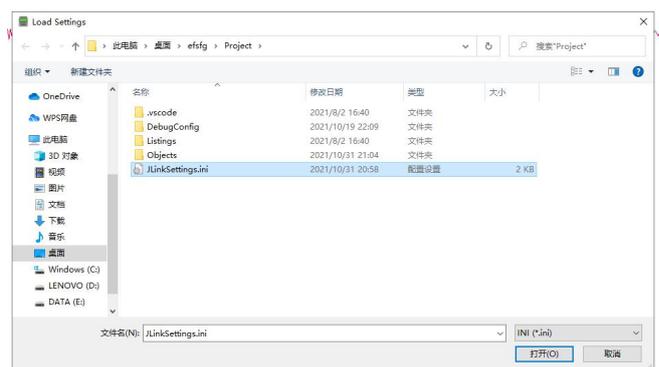
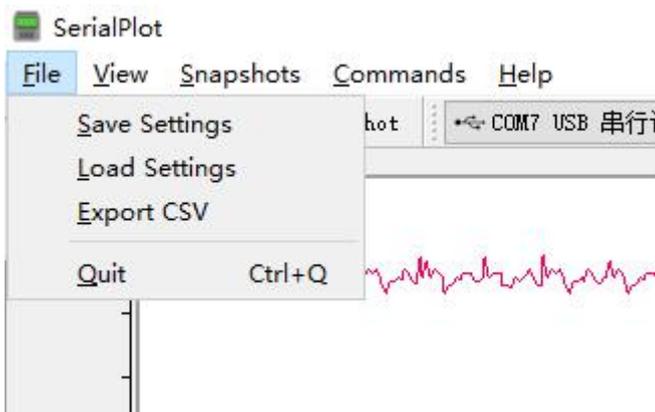
之前用的 JLINK 软件虽然可以显示波形但是做不到一边 debug 一边看数据，每次编译完程序还需要重新烧录，在青工会上看到一款软件叫 **serialplot**，利用串口显示波形图，可以供我们一边

调参一边看波形图

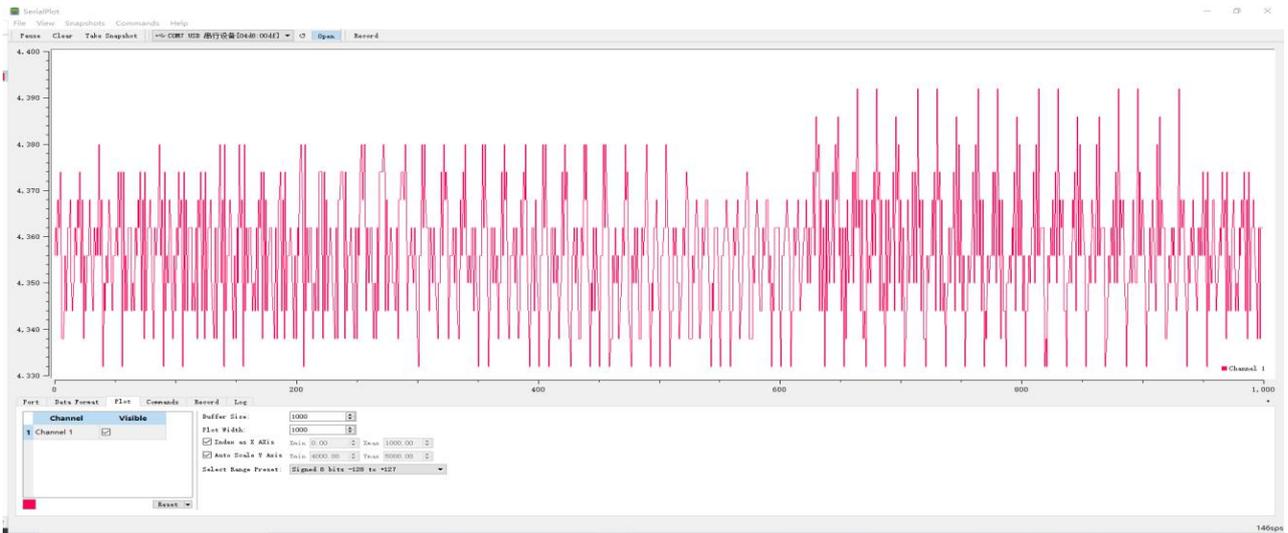
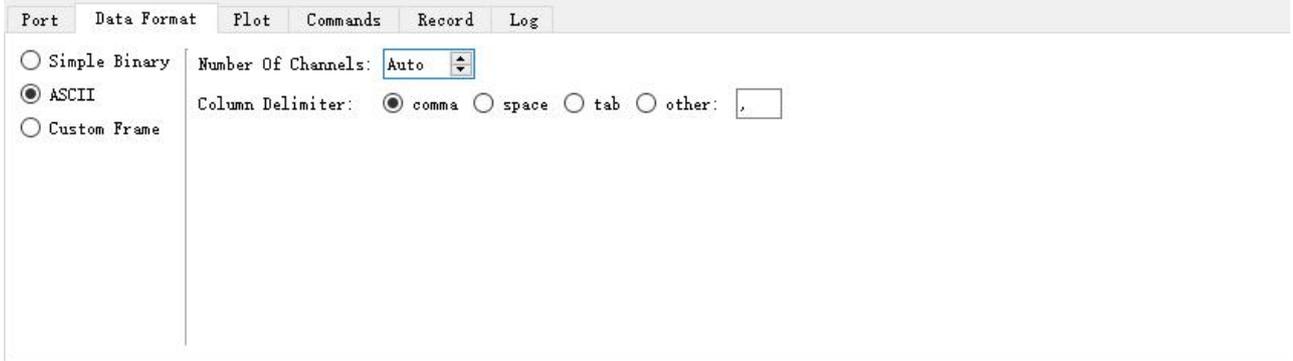
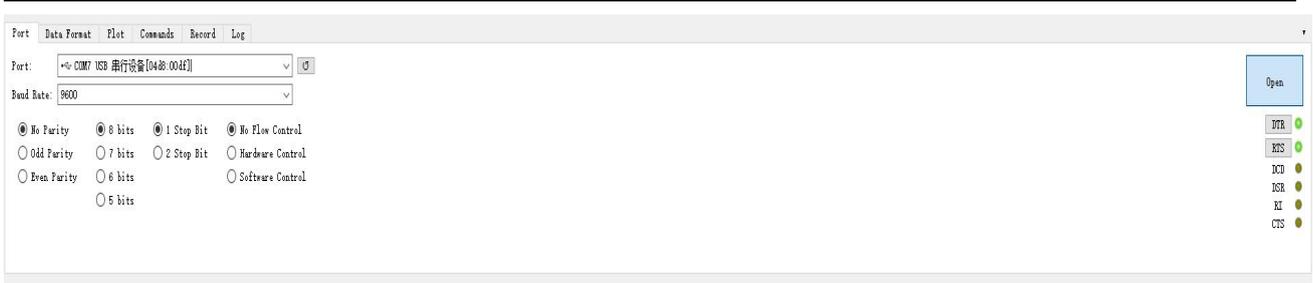
1. 连接无线下载器。正点原子家的无线下载器有两个口，一个是我们烧录程序的 SW 接口，另外一个自带的无线串口。



2. 运行程序，打开 serialplot 软件。左上角选择 load setting，导入你程序的设置文件（ini 结尾）



3. 选择串口点击 open 即可。

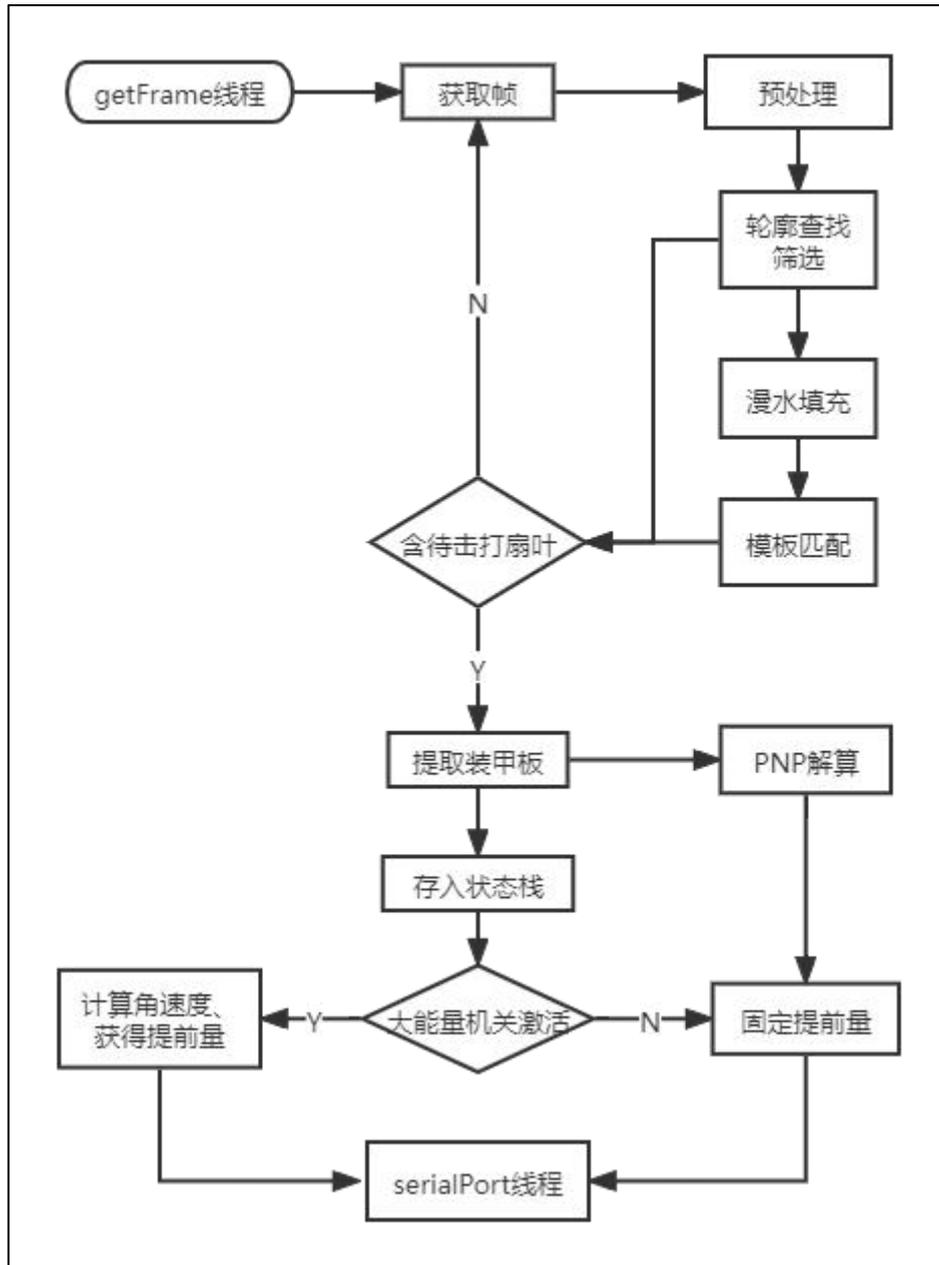


2.4 算法方案设计

2.4.1 能量机关

能量机关的识别选用模板匹配进行，因此需预先对能量机关两种状态下的扇叶进行标准

化处理，以便后续程序中进行模板匹配。下图能量机关识别击打流程。



2.4.1.1 图像预处理

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。

2.4.1.2 R 标和扇叶的提取

对得到的二值化图像进行轮廓提取，首先通过依次对轮廓进行面积筛选，得到面积处于

某一区间的轮廓，对得到的轮廓进行 SVM 得到 R 标的轮廓，用最小矩形进行拟合，得到 R 标的中心坐标。遍历二值化中所有的轮廓，并矫正轮廓的宽高，确保模板匹配的正确性。再最后应用透视变换，将扇叶矫正为规则矩形。在规则矩形图像中提取扇叶图片用于标准化。

2.4.1.3 标准化处理及模板匹配

模板匹配功能是通过提取出的扇叶图像与标准图像相比较实现的。由于提取出的扇叶图像与标准图像存在角度、面积等偏差，需要先将扇叶图像进行标准化处理。在模板匹配结束后，比较匹配结果得出的相似度数据，判断扇叶是否已经被激活。确定待打击扇叶后，选出扇叶的子轮廓，也就是装甲板。根据装甲板信息进行 PnP 解算得到相应的位置与姿态信息。

2.4.1.4 位置预测

在小能量机关阶段，以 R 标中心坐标为原点，根据能量机关转速、发弹延时、距离等计算出固定提前量来确定击打位置。在大能量机关阶段，根据多帧之间扇叶的位置信息计算出装甲板处的角速度，再映射到大能量机关的角速度的正弦函数，并对接下来的一段时间做积分得出要击打的位置，最后通过 PnP 解算，将位置及姿态信息发送给下位机。

2.4.2 Shell 脚本

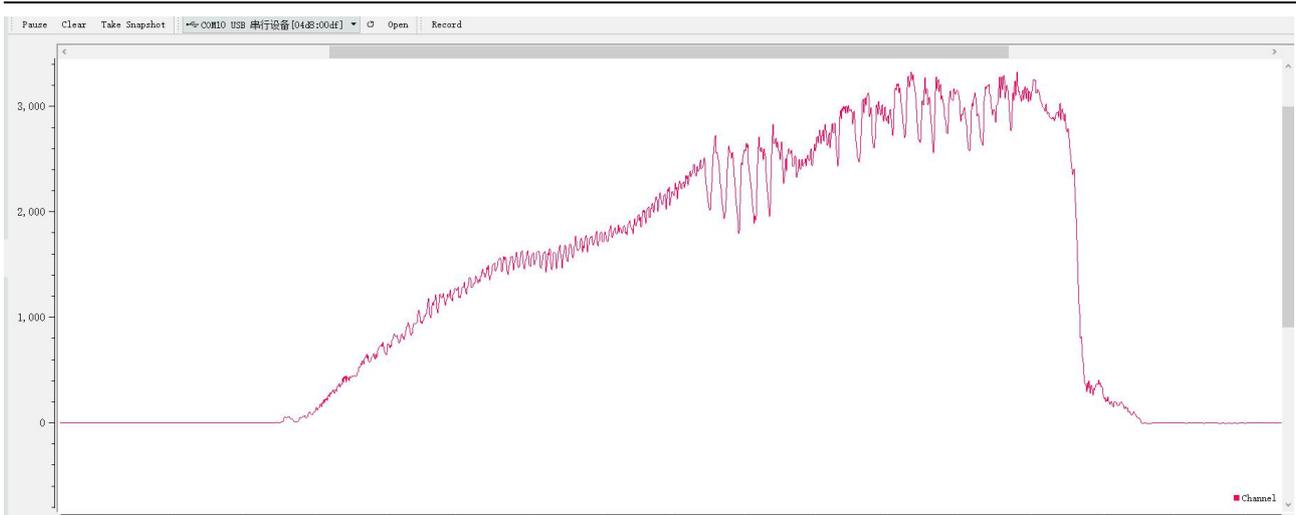
在上个赛季中，由相机与上位机连接不稳定会导致退出程序，且在比赛或者调试过程中不易发现，该赛季中参考一些学校的开源在 Ubuntu 开机自启文件 rc.local 中加入用来循环检测连接、程序是否启动的 shell 脚本，并且能够在程序未启动时主动启动程序，能在一定程度上避免由于连接不稳定带来的问题。

2.5 测试方案设计

开发工具及调试软件：Visual Studio Code、keil、serialPlot、QT

2.5.1 串口打印时域波形图

通过 serialPlot 打印变量的时域波形图帮助电控调试，下图为无超级电容时底盘功率限制下的电机加速曲线：



2.5.2 双向超级电容与功率控制测试

预留了功率计与电容放电接口，初步测试在使能超级电容的情况下可实现 40w 内的高速移动与稳定上坡。

2.5.3 拨弹机构测试

改进了上供弹机构以及预置弹丸的限位方式，经测试可实现百发高射频状态下 0 卡弹。

3. 项目进度计划





4. 赛季人力安排

机械组：周琦

电控组：武文斌

视觉组：郑钧豪

硬件组：王浩宇

4.1 团队架构设计

角色	职责职能描述	人员要求	人数
机械	<ul style="list-style-type: none"> 设计并装配机器人整体结构 对机器人进行测试并作出改进优化 对机器人进行维护和保养	<ol style="list-style-type: none"> 能够使用 Solidworks 等制图软件绘制图纸，并进行仿真分析及测试 了解机械加工工艺，懂得机械设计基础 有较强动手能力，熟悉各种工具的使用 有创造力和创新思维，能够独立思考，考虑有效的优化改进方案	1
电控	<ul style="list-style-type: none"> 机器人控制、运动逻辑编写 机器人电气电路设计构造 机器人的维护和调试	<ol style="list-style-type: none"> 熟练运用 C/C++ 等编程语言，有良好编程习惯 有一定的嵌入式开发基础 具备电子电路基础知识 掌握一定的控制学知识	1
硬件	<ul style="list-style-type: none"> 机器人电气电路的具体实现 	<ol style="list-style-type: none"> 具备电子电路设计经验 	1

角色	职责职能描述	人员要求	人数
	<ul style="list-style-type: none"> ● 控制模块的研发、维护与更新 机器人电路的维护与检修	2. 熟悉各类电子元器件 了解电路常见问题及解决方法	
视觉	<ul style="list-style-type: none"> ● 研发目标识别、追踪算法 ● 预测运动中的机器人位置，解算发射角度 ● 与电控组对接，进行机器人调试 研发雷达定位系统，予以操作手实时指导	1. 熟悉 C/C++/Python 编程 2. 熟悉 Linux 环境编程 3. 熟悉 OpenCV 等图像处理工具 熟悉目标识别/追踪算法	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	
平衡步兵机器人	周琦	底盘	官方元件	M3508电	2	个	499	998	使用以往赛季物资	一代	6618	
				C620	2	个	399	798				
				TB47	1	个	1399	1399				
				电池架	1	个	199	199				
		云台	标准件	GM6020	2	个	899	1798				
				导电滑环	1	个	120	120				
				回转轴承	1	个	590	590				
		主控系统	官方元件	M2006	1	个	259	259				
				中心板	1	个	79	79				
				开发板C	2	个	369	738				
		通信系统	官方元件	DR16接收机	1	个	169	169				
				官方遥控器	1	个	629	629				
		视觉系统	英伟达	TX2载板	1	个	1000	1000				
				TX2核心	1	块	3900	769				
		底盘	标准件	螺丝	1	批	500	500				
				加工板材	环氧板	1	批	250				250
				标准件	法兰轴承	32	个	2.5				80
				机加工	金属连接件等	1	批	300				300
		云台	定制	包胶轮	2	个	350	700				
				印件(拨弹盘)	1	个	700	700				
		通信系统	标准件	USB转TTL模块	3	个	19	38				
				线材	包胶线杜邦线等	1	批	150				150
		视觉系统	金宏达视电子	摄像头	1	个	1500	1500				
底盘	超级电容	功率以及控制模块	1	套	1200	1200	购买元器件,设计电路板					
整体	加工板材	碳板	1	批	1200	1200	统一购买	二代				
整车合计(单台)								16163				

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
RM2021-大连理工大学-凌 bug-双向超级电容硬件开源	了解了双向超级电容的控制原理及思路,对于电容控制板的研发具有指导性参考
RM2021-深圳大学 RobotPilots 战队-麦轮步兵电控开源	填补了机器人状态机的空白;扩展了卡尔曼滤波的适用范围
RM2021 - 东北大学 - T-DT - 双枪步兵电控开源	加速/减速曲线对于底盘电机控制大有裨益
RM2021 - 哈工程创梦之翼全国赛步兵技术报告开源	电容控制板集成 INA226 进行电压采样对于整体底盘功率控制具有创新性的启发

