



Using a 32-BL motor driver chip and Field-Effect Control (FEC), the RoboMaster C620 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster M620S P18 Brushless DC Gear Motor and C620 Brushless DC Motor Speed Controller, this 4.8Vdc Assembly Kit includes a motor, cables and a terminal board.

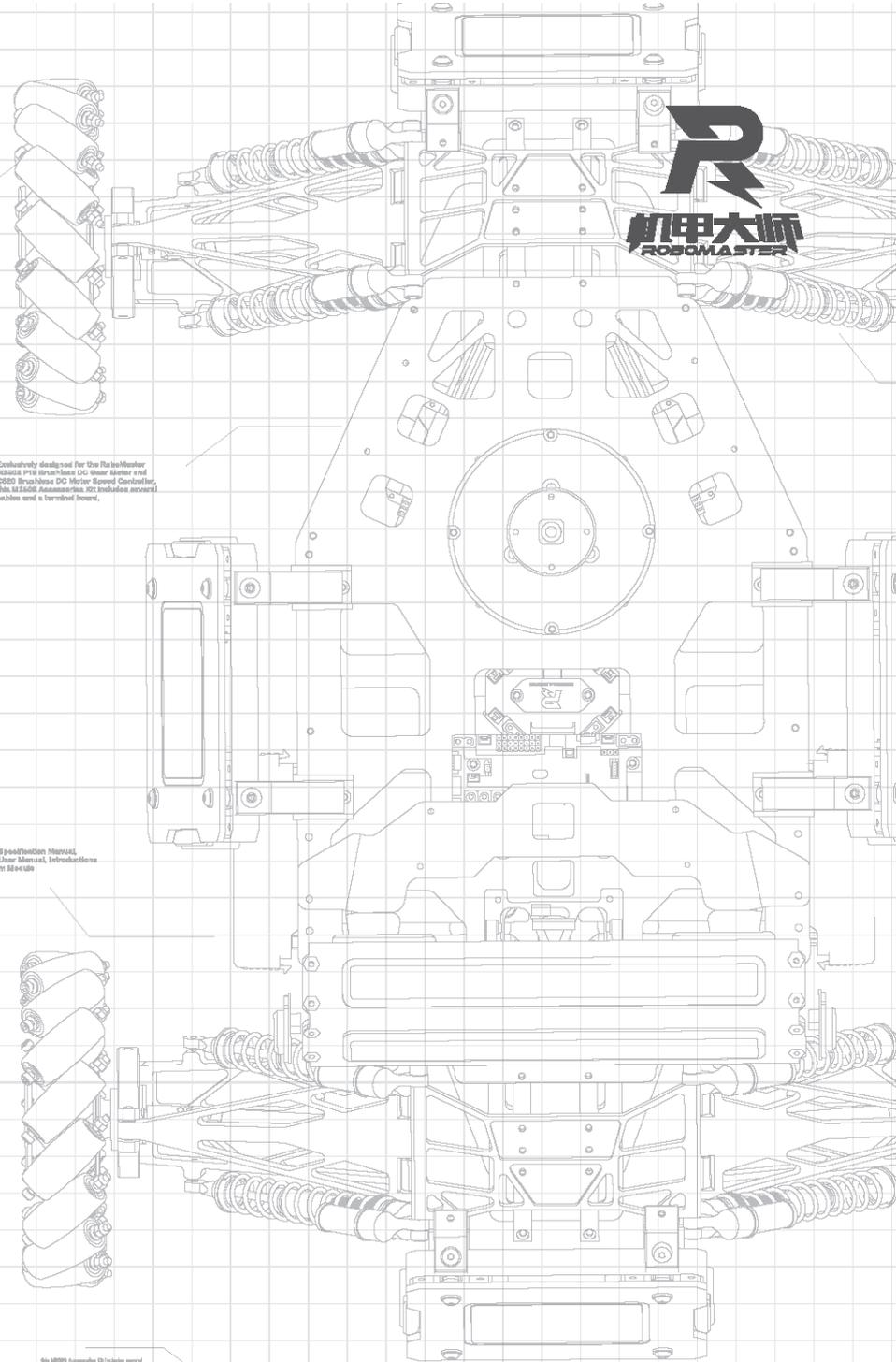
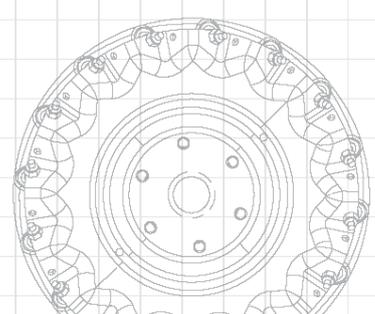
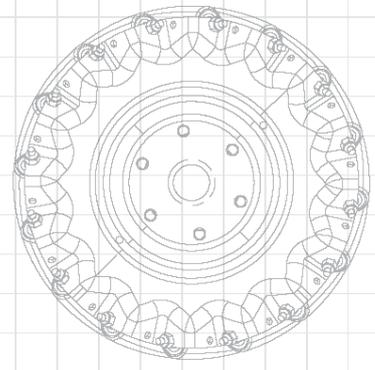
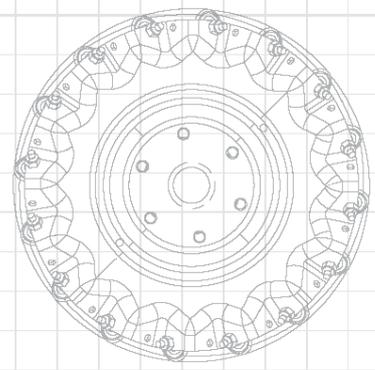
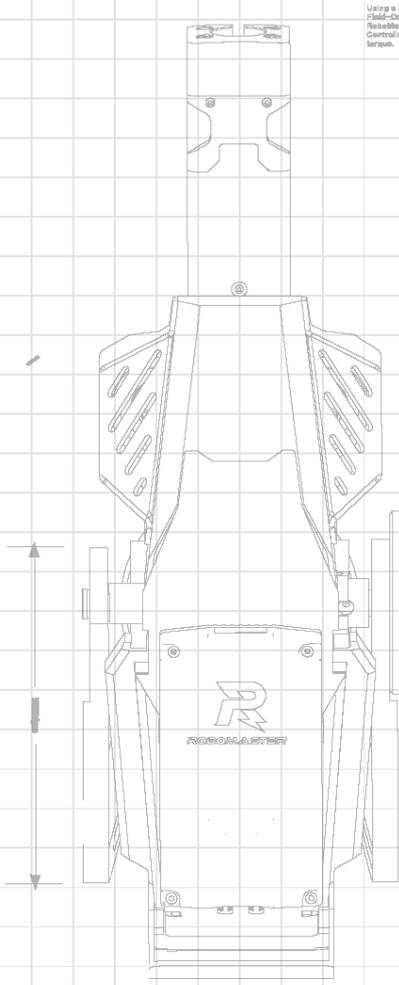
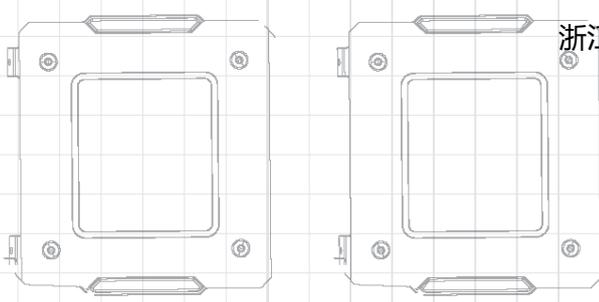
RoboMaster System Specification Manual, RoboMaster System User Manual, Introduction of RoboMaster System Kits

Kit M620S Assembly Kit includes a motor, cables and a terminal board, enabling complete assembly system design for four independent motors.

ROBOMASTER 2024 机甲大师超级对抗赛 赛季规划

浙江大学 ZJUI META 战队 编制

2023 年 12 月 发布



目录

前言.....	5
1. 团队目标	6
1.1 总目标	6
1.2 目标内容.....	6
1.2.1 参赛目标	6
1.2.2 团队建设	6
1.2.3 重大技术突破	6
1.3 过程跟踪.....	7
2. 项目分析	8
2.1 上赛季项目分析经验	8
2.2 新赛季规则解读.....	9
2.2.1 场地改动	9
2.2.2 机器人改动.....	9
2.2.3 宏观机制	10
2.3 研发项目规划	10
2.3.1 步兵机器人.....	10
2.3.2 英雄机器人.....	14
2.3.3 工程机器人.....	16
2.3.4 哨兵机器人.....	20
2.3.5 空中机器人.....	23
2.3.6 飞镖系统	26
2.3.6.1 目标需求	26
2.3.7 雷达.....	29
2.3.8 人机交互	30
2.4 技术储备规划	31
2.4.1 通用技术储备	31
2.4.2 特定兵种技术储备.....	31
3. 团队架构	32
4. 资源可行性分析	36
4.1 上赛季资源使用情况及分析.....	36
4.2 本赛季可用资源概述	36
4.3 资源可行性分析.....	37
5. 宣传及商业计划	39
5.1 宣传计划.....	39

5.2 商业计划.....	41
5.2.1 战队招商客户规划及目标规划.....	41
5.2.2 战队招商资源优势及亮点.....	43

前言

本报告由 META 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	撰写人员 6	撰写人员 7
机械	许哲	冯焕宇	柯宣宇	杨超翔	杨徐浩	徐晟予	杨砚冰
	骆星宇	章涵闻	李浩轩	和煦哲	丁俊元	戴周恒	陈钱
硬件	张潼宁						
软件	纪曜方	姚昕辰	张珂瑞	张潼宁			
算法	马寅飞						
管理	李知展	许哲	龚钟睿				
宣传	王珈畅	李知展	林昊翔				
商务	许哲	李知展	林昊翔				

1. 团队目标

1.1 总目标

在 2023 赛季，我们遗憾未能获得进入分区赛的名额，然而经过队员们的拼搏努力，我们仍以全阵容参加了 3v3 联盟赛，并且获得了非甲级队伍二等奖的成绩，这对于我们的队员是一个极大的鼓励。虽然已经建队多年，但技术组实际上还未形成完整的技术框架和传承方式，机械组留人情况本赛季有所改善，电控组核心成员数量仍维持在二至三人，始终无法扩大技术中坚力量。且较少的比赛经历会使得队员难以拥有成就感及归属感。故我们计划将 2024 赛季作为一个过渡期的赛季，为队伍的未来做足准备，希望可以保证凑齐第一套完整阵容并且各兵种拥有一至二台即战力的状态。

1.2 目标内容

1.2.1 参赛目标

最高目标：当天时、地利、人和都达到顶峰时，能够晋级全国赛

最低目标：成功参加分区赛或者拥有分区赛邀请赛的名额

1.2.2 团队建设

因中外合办学院的特殊性，学院专业均为工科的单一化局面、学院总人数较少，学生学习任务繁重，且学院要求大三学生出国交换，故每届战队正式成员都由为数不多的大四同学以及大二同学组成，往往一人身兼数职。为实现战队稳定可控的人员更迭，战队招新需要面对整个学院的大一新生广泛撒网，收拢人才。故我们实行同时召开大型培训会议以及 1 名老队员能够有效培养 2-3 名新队员的双线并行的培训体系，其目的在于能够使新队员快速进入各兵种研发计划的同时提升自身各方面专业技能；同时布置阶段性考核把控新队员的学习质量，提高人才产出效率。

通过指定 Wiki 团队协作软件进行各项目管理，实现团队协作效率的进一步提高；本战队采用垂直分级管理的项管制度，各兵种负责人直接对项管负责，通过每周召开例会汇报每周小组工作进度，并与小组共同制定目标及任务时间。本赛季仍然实行这一制度，并将各小组工作进度直接汇报在每周周报上，落实细节问题，提高各团队各组别的协调性与高效性，为实现参赛目标做保障。

1.2.3 重大技术突破

在 2023 赛季，META 战队仍使用前几届队员留下的步兵以及英雄，两个兵种性能相对稳定且在联盟赛上拥有不错的表现，在今年会派专人负责对其维修保养并令其继续服役。此外，我们也期望可以做出一些新的突破：

1) 平衡步兵机器人

在联盟赛、各分区赛乃至全国赛上，平衡步兵都拥有不俗的作战表现，因其灵活的作战特点以及较小的作

战体积，使其可在战场上拥有相对灵活的作战能力。且因老步兵的使用寿命有限但服役时间过长，我们急需一辆新的步兵机器人。故 **META** 战队决定根据已有开源方案研制平衡步兵机器人。

2) 气动英雄机器人

英雄的任务主要是进攻地面单位，因此英雄对于远距离吊射的需求大大增加。当前，英雄的发射机构以摩擦轮发射为主，摩擦轮方案对于远距离吊射的进度相对难以把控。而气动英雄则不存在与两侧摩擦轮接触状态不同的问题，可以一定程度解决弹丸左右偏转的问题。故 **META** 战队决定预研气动英雄。

3) 机械臂以及自定义控制器

因新赛季对于兑换站难度的提高愈来愈大，故对工程机器人的兑换机构的挑战也越来越大。考虑到比赛的技术导向有意让参赛队伍设计机械臂进行兑换，且机械臂拥有质量轻等好处，且自定义控制器的应用会使得比赛过程中的兑换效率以及精准度大大提高。故 **META** 战队决定预研机械臂以及自定义控制器。

1.3 过程跟踪

本赛季将会将主要任务配置在新机器人的研发以及新人的培养管理之上。因人手的缺失，队伍里经常出现一人身兼数职或者同时负责多个重要研发项目的情况，故队伍更需简化团队框架。队长负责和官方对接并解读通知转达信息，把控整个队伍的技术方向并对关键的决策进行定夺；项目管理监控每个技术组的进度，在发生异常的时候及时介入并组织评估任务的合理性和难度；各个技术组组长直接对组员分发任务，直接向项目管理负责。

因学院的特殊性，新队员总是出现对于备赛积极性不高或者经常不知所措未被老队员分配任务的情况。故本赛季尽可能要求项管更多地与队员直接沟通，让各兵种负责人直接监督任务进度以及分配任务，实现队伍留人情况最大化，并定期召开组别大会，稳固新队员与老队员的关系。同时，队长和项目管理也可能会直接介入出现较大问题或进度落后多的任务，并组织会议评估相关事宜，重新分配人手或修改任务内容。

战队目前使用 **ONES** 作为在线项目管理平台，主要使用其 **wiki** 功能用于周会记录，教程、技术文档编写和保存。但目前 **ONES** 面临到期的问题，本赛季可能需要视情况考虑移植已有内容去其他办公平台。

本赛季 **META** 战队仍未实行实验室强制打卡等措施，一方面由于各队员繁重的课业压力，另一方面是因为许多队员上课时间并不相同以及晚上往往有课的情况。队项会继续评估战队进度以及战队沟通方式，并制定相关要求来保障实验室的出勤率以及技术研发的推进。

2. 项目分析

2.1 上赛季项目分析经验

上赛季可以被划分为五个阶段

阶段一 2022 年 10 月 - 2023 年 2 月

本阶段战队工作主要是对新生教学、完成比赛系统报名、包括赛季规划和规则测评。此外并未进行研发工作，严重影响到了 23 年上半年的进度。

分析原因，一是未在暑期充分关注下赛季规则变更情报，致使队伍将重心放在轨道哨兵的机械电控上，做了很多无用功。需要队伍内常设 2-3 人对官方的情报保持跟进。

二是根据学校政策，大三队员出国交换，队内人手较缺，同时机械组及其培训组出现了因课业等各种原因怠工的情况，致使后续电控和视觉组工作无法开展。因此要加紧对于机械组的跟进，采取初版机器使用大量木板或亚克力板这些学校内可加工耗材，尽快为视觉电控组先提供可用于调试平台，此后同时推进机械迭代和代加工板材更换。避免有项目组无事可做的情况。

三是 22 年底疫情凶猛，队伍基本进入停摆阶段。需要为在线办公，远程办公准备预案。

阶段二 2023 年 3 月 - 2023 年 5 月

本阶段主要进行了联盟赛上海站 3v3 比赛的备赛和参赛。在此期间参考开源方案制造了初版舵轮底盘（工程）初版全向轮底盘（哨兵）并恢复了两台麦轮步兵的功能。

此阶段有部分大三同学从美国结束交换返校，有一位同学参与机械组项目规划安排。为赶进度决定采用先制造开源方案再后续进行改进的策略，使设计能力相对不足(培训体系仍然存在问题的)的大一同学尽量快的投入战队正常工作，最后较为及时的在前往上海比赛前完成了底盘制造和初步电控调试。同时在原来仅周日晚上开全队周会外，各项目组周三增加一场线上组内交流会，较为有效的提升了每周的工作量和工作效率，应当考虑适度推广各兵种主管一天一问，一周两会的制度。

上海站比赛由于签运较好，幸运出线。但反映出比赛期间任务分配不明确，真正参赛人员较少而观赛人员较多的问题，故应考虑以后参赛人员的选拔制度，提高积极性，并做好比赛期间参赛队员任务分划。同时，由于兵种技术文档不到位，导致比赛期间机械电控维护不够到位，比赛时出现裁判系统断联，装甲板被撞掉的情况，应作为警醒，尽早对各型机器写明维护事项手册。

后续五月份为准备期末考，全队停摆。

阶段三 2023 年 6 月 - 2023 年 8 月

本阶段主要是本队部分人员以 UIUC 学生身份参与 iRM 战队，在 8 月初参与在深圳进行的 RMUC 复活赛。主要研发工作为参考南航研发弹射镖架并参考深圳大学设计飞镖，考古 21 年学长留下的 OpenCV 视觉方案并参考 RMvision 开源方案做了改进。

备赛期间为节省经费使用自造 CNC 来加工板材和管材，效果不佳，且影响备赛效率。后续制造应当还是要确保图纸准确度（考虑加入线上审图会流程），以代加工为主要途径。

暑假备赛期间反映出实验室管理存在一些问题，一些队员作息颠倒，常在实验室游戏，较严重的影响了进度。应出台针对于假期期间实验室工作要求和守则。同时备赛期也与浙江大学暑期研究项目，混凝土龙舟赛相冲突，导致最终参与备赛同学较少，也对后续的效率管理提出了更高的要求。

阶段五 2023 年 9 月 – 2023 年 10 月

本阶段主要进行了战队的招新宣传和初期培训工作。通过和教务老师交涉，宣传组同学努力剪辑，成功在全段新生选课会议前作为暖场项目播放了战队宣传片，取得了很好的宣传效果。后续正式召开的宣讲会吸引到半个段、一百余人的听讲，有效的激发了新生报名队伍的兴趣。可以延续这样的校内宣传策略。

但和社团摆摊活动结合还不够紧密，比赛后机器人没有进行尽早的维护和排查，导致实验室机器人又出现一段时间真空期，错过摆摊活动。

在新生教学部分目前来看效果相对去年有所起色，但仍然欠佳，还需要编写合适于本队伍现状（培养经历少，培养周期短）的教程，并探索合适的教育体系。

2.2 新赛季规则解读

2.2.1 场地改动

1. 补给站提供弹丸数量大幅减少，1500 发变为 400 发需要足够大弹舱预装足够弹丸或在比赛中获取更多弹丸。
2. 补给站数量减少，补给区面积减小，鼓励快速补给出门。应减少对补给站依赖。未来赛季中补给站可能被取消，应做好弹丸全部预装准备。
3. 公路区和飞坡。飞坡是有技术门槛的可选通路，在战术上打开局面，从侧面打破地方防线。有高低差适应能力机器人也可选不飞坡，从台阶上公路，能规避飞坡翻车风险，并可伪装去往前哨站，减少被对方发现概率，能形成更出其不意的战术效果。
4. 隧道的设计使进攻方补给线长度减短，能提供更多战术选择。但隧道尺寸对变形能力和小尺寸设计提出要求。适应隧道尺寸会对机器人性能造成负面影响，要平衡好队伍中适应隧道机器人数量。
5. 从地图整体上看，新赛季提供了更多的通路，但增多的通路也提出了更高的技术要求。有适应高低差、变形等能力才能为进攻提供更多思路。

2.2.2 机器人改动

1. 平衡步兵机器人增益由基础属性改为属性增长，并且适应新场地能力强，重要性进一步提高。
2. 工程机器人面临的场景更加多样化，对机器人通用性提出更高要求。大资源岛出口的小障碍物，也对工程机器人的精确控制能力提出了更高要求；

- 3.关于兑换速度的惩罚，要求工程机器人兑换技术升级。
- 4.雷达强化为易伤，同时为雷达增加了自主决策的空间，使雷达的战略地位提高。
- 5.新增半自动兵种，鼓励向自动化兵种过渡，要做好自动化技术储备，未来转向全自动化。
- 6.哨兵能回到补血点回血极大提高了容错率，巡逻区的扩大提供了多样的战术选择。哨兵开局拥有碾压战力，但被击杀会导致地方获得大量经验，应谨慎选择战术。
- 7.云台手能用金币干预哨兵行为，提供更多容错，但也应注意金币损失所造成的劣势。
- 8.随机目标的添加，逐渐区分具有打击随即目标能力和纯定点打击的飞镖。飞镖需要有自动瞄准或空中自动制导的能力，才能成功打击移动目标获得高收益。

2.2.3 宏观机制

- 1.新赛季弹速全部兵种都直接以最大值开局，避免了装甲板检测不到弹丸的情况。

2.3 研发项目规划

2.3.1 步兵机器人

本次赛季规则中，值得注意的两点分别为补给站供弹量的缩减和环形高地下新增的隧道地形。补给站的供弹由上赛季的 1500 发锐减至 400 发，这对耗弹量较高的步兵提出了供弹方面的调整需求。此外，环形高地下方隧道的存在，也对步兵尺寸提出进一步的要求，将通过尺寸限制在了 550*450 以内。新的隧道地形，为步兵的机动作战优势进一步带来了很大的上限，

赛季规则的调整方向总体趋于明确，传统步兵和平衡步兵并肩作战将成为大趋势，让两者分别发挥出大弹舱和机动灵活的优势是当务之急。在本队仅有两台常规步兵的大背景下，本赛季的研发规划大体为：

1. 对原有步兵进行常规维护升级
2. 步兵云台和底盘之间的连接优化，减小步兵尺寸
3. 针对性的对大弹舱改进与优化
4. 平衡步兵研发

2.3.1.1 设计思路

机械

1. 研究现役步兵及其图纸，结合步兵在上赛季比赛中表现出来的优点和缺点，在现有步兵的基础上，根据战队的新需求进行改进与再版：
 - a). 现有步兵云台部分弹舱采用了榫卯结构，十分不便于拆解维护，在抗打击与变形性上较为不足，将进行重构，改为螺丝连接固定碳板

- b). 当前需要加强对步兵弹速控制的相关研究，以解决弹速不稳定的问题
 - c). 步兵枪管和云台之间仅为夹持状态，并将需要将充能装置置入发射模块中并加入枪管的连接
 - d). 步兵内走线相对混乱，预留走线位置不太充足，将预留更多的走线通道，使得拆解维护更加方便
2. 学习上海交通大学云汉交龙战队的开源平衡步兵与 FOC 双轮腿机器人项目开源文件,实现小型双轮腿机器人基本设计与操控，优先学习并开发自己的平衡步兵底盘结构，设计并投入技术验证，测试设计容差和功能情况。
3. 对于一些标准件尽量采购新的优质件，以减少包括生锈在内的一系列过快损坏，在维护老机器和调试新机器的時候进行及时的零件替换。
4. 减少不可靠连接，升级连接结构，确保在环境路况多变的比赛中车辆的总体可靠性，尽可能减少插销的连接方式，转用角件，上螺丝时施加合适的预紧力。

电控

- 1.普通四轮步兵：改善现有电控算法。计划对底盘功率、枪口热量进行闭环，同时不影响操作手感，并尽量保留操作手在紧急情况下超功率、超射速的权利。优化云台 YAW 与 PITCH 的精确度。考虑到本次赛季的枪口初速度上限为 30m/s 且保持不变，计划修改摩擦轮电机算法，保证射频、初速稳定。
- 2.平衡步兵：由于我们无前置研发经验，计划先研究开源方案，搭建小型双轮腿平衡车进行验证。通过仿真文件测试与小型双轮腿平衡车的构建，学习基本算法。参考云汉交龙平衡步兵开源，修改设计平衡步兵的主控模块和电机驱动。设计平衡步兵图传、电源控制、场地交互等其余部分。

硬件

配合电控绘制新云台 PCB，优化超级电容模块。配合机械进行线路安排。更换滑环，实现云台和底盘的稳定通讯。

2.3.1.2 进度安排

时间段	进度要求
2023/11/15-2023/11/20	仔细阅读规则手册与制作规范手册。完成普通四轮步兵的控制参数整改
2023/11/21-2023/11/26	确认组内各位成员的大致方向，详细研究步兵需要改进和新增的内容。研究轮腿 LQR 平衡算法
2023/11/26-2023/11/30	研究现役步兵，向新成员详细介绍步兵的构成，构想初步设计方案为现有步兵优化枪口

	热量闭环
2023/12/1-2023/12/7	针对现役步兵进行检修，记录好缺损和需要维修更新迭代的部件，更换现有滑环，解决信号线接触不良的问题。
2023/12/8-2023/12/15	设计新零件，确定迭代后步兵云台形态，投入木板切割试做。重新设计超级电容模块
2023/12/16-2023/12/24	组装木质件/打印件，评定稳定性和结构布局的合理性。
2023/12/25-2024/1/15	修正后发去碳板加工，组装调试。研究底盘功率闭环算法。
2024/1/1-2024/1/21	研究开源平衡步兵机器人（底盘）的机械结构设计，并完成平衡步兵机器人机械结构的定型并发加工
2024/1/22-2024/1/31	完成常规平衡步兵机器人机械结构的基本定型
2024/2-2024/3	各项功能进行整合
2024/3-2024/6	配合视觉进行联调

2.3.1.3 人员安排

组别	队员	分工
机械	柯宣宇	底盘和云台之间连接的设计与改进 弹舱插销改螺丝连接 云台和枪管连接改动，以及其他微调
	陈钱	摩擦轮测试模块开发

		学习并研发平衡步兵（底盘部分）
电控	纪曜方	云台各参数调节、热量闭环
	张潼宁	超级电容、底盘功率控制

2.3.1.4 技术难点

新技术研发

1.平衡步兵底盘的研发。本战队之前未系统研究过平衡步兵的相关结构和算法，可以说在平衡步兵方面尤其是底盘部分是从头开始。机械组：我们要先学习借鉴现有的结构基础，并且根据本赛季相关规则变动优化平衡步兵底盘的机械结构，以达到更加适应比赛的目的。但是这是一项漫长而又艰巨的任务，并且还要满足算法的要求，达到机械、控制统一是有很大困难的。电控组：在已有小型双轮腿机器人算法设计与仿真文件的基础上，学习基本控制算法，改进并使之能够匹配平衡步兵的主控模块和电机驱动。参考传统步兵的图传与场地交互等部分，设计测试平衡步兵。

已有技术改进

1. 底盘和云台之间连接的设计与改进。由于新赛季新增隧道环节，需要设计符合尺寸的步兵高度。由于步兵云台仰角已经接近最低极限，只能另辟蹊径，预备花大力气拆底盘与云台连接处的碳板并重新绘图，切一块中心镂空的碳板，能让电机下降一定高度，以适应隧道尺寸。

2.摩擦轮间距调整。由于现有枪管射速不太稳定，初步判定可能是摩擦轮间距不合理。因此需要设计一套测速座，能够无级调节两个摩擦轮的间距，并且能够有枪管安装的位置，目的是一边调节摩擦轮间距一边测定弹速，找到最佳摩擦轮间距区间。难点是如何设计这套测速座以及如何分析得到最佳间距。

量化效果

- 1.测量调整之后的步兵高度，是否能够符合隧道尺寸。
- 2.射速部分，连续记录十五发子弹的射速，计算标准差是否符合要求

参考文献汇总

- 1.上海交通大学——云汉交龙 开源结构模型
- 2.遥想星空 FOC 双轮腿机器人项目开源文件

2.3.2 英雄机器人

2.3.2.1 需求分析及设计思路

2024 赛季英雄部分的规则相较于 2023 赛季，并未发生较大改动，其改动主要集中在经验性能体系的改动所带来的功率以及血量的提升，半自动兵种概念的提出等战术机制，

增益机制：仍保留英雄机器人狙击点机制。

经验体系：主要改动为取消了之前赛季的自然增长经验，将机器人等级上限从 3 级上调至了 10 级。英雄机器人每发射 1 发弹丸，可获得 10 点经验，同时对地面单位每造成 1 点伤害，可获得 1 点经验，同时仍拥有击毁/助攻机器人以及能量机关带来的经验增长。对于英雄机器人来说，比较可观的是每造成一次狙击伤害带来的 100 经验和飞坡增益带来的 300 点经验。

经济体系：大弹丸发弹量为每队每局比赛 100 发，补血点兑换为 75 金币/5 发，远程兑换为 200 金币/10 发，基本无变化。

性能体系：由之前的 3 级的不同属性改变为 10 级的不同属性，整体降低性能体系复杂度，缩小不同性能体系“强度”差异。

回血机制：无变化

复活机制：无变化

操作方式：在三分钟准备阶段开始时，可选择机器人操作方式：手动控制或半自动控制。手动控制为常规操作方式；半自动控制会失去图传画面和常规控制链路权限，但会收获 100%的经验增益提升。

有以上规则可见，英雄机器人的战术位置仍没有发生本质改变，其作为整个队伍攻击地面单位最有效的进攻手段，仍为整个队伍最最重要的角色。经验体系的变化使得英雄机器人对于地面单位的狙击成功率提出了更高的要求；性能体系的变化使得两队比赛时的差距相对减小，但整体来说并不影响前期英雄机器人对于前哨站输出的重要性。故我们需要更加高效的视觉辅助瞄准算法。在新赛季的体系下，英雄可进可退，这为队伍提供了更多不同的战术思路。

综上所述，并结合上赛季英雄使用情况及维修状况，本赛季英雄工作方向主要集中在以下方面，

机械

1. 保留学长继承下来的原有供弹方式，更新拨弹盘的机械结构，防止其出现卡弹情况；
2. 在供弹链上选用减速比更大的电机，保证其供弹状况的稳定性；
3. 测试底盘飞坡状况，并对其进行适度调整；
4. 重新设计云台出现的无法抬头的情况，解决平行四边形问题，重新设计云台侧板及电机位置；
5. 有余力尝试开发新型发射机构和底盘结构，如气动发射装置以及更加紧凑的底盘结构。

电控

1) 基于新云台，写新的控制代码，来在软件上完成防止卡弹的保障；2) 调整云台和底盘的 PID 参数，因为最新的版本重量有变化，需要修正曲线来达到最佳的控制；3) 在 PID 稳定的基础上添加对吊射的支持，例如辅助 UI 的绘制等；4) 开发 PID 调参软件

2.3.2.2 进度安排

时间段	进度要求
23/09/03~23/09/17	确定机器人目前遇到的问题并确定分组人员解决问题
23/09/18~23/10/08	分配新队员进组并了解相关信息
23/10/09~23/10/29	弹仓出图及云台出图
23/10/30~23/11/12	加工弹仓、组装、测试、修改
23/11/13~23/12/17	设计第二版弹仓 加工云台、组装、测试、修改
24/01/15~24/01/29	第二版弹仓组装、测试，调试机械结构，出整车电控新云台代码编写，调试；开发云台 PID 调参工具(QT)
24/02/24~24/02/28	调试整车，拍摄中期形态视频
24/03/01~24/03/31	新版英雄设计
24/04/01~24/04/15	新版英雄加工组装
24/04/15~24/04/30	新版英雄电控程序调试
24/05/01~赛前	训练操作，战术配合，调试现车

2.3.2.3 人员安排

组别	队员	分工
机械	许哲	英雄底盘及弹路结构设计

	李知展	英雄云台设计改进
	李炳赫	英雄弹路设计升级
电控	张潼宁	电控代码/PCB 绘制
	纪耀方	电控代码

2.3.2.4 技术难点

新技术研发

增加视觉辅助+更新、优化比赛 UI

在增强稳定性的基础上，增强英雄的吊射稳定性，可靠性。

已有技术改进

机械层面防止卡弹，仍需优化弹路

在电控层面检测卡弹，并能做到自动退弹仓防止对机械、电机进行损坏

量化效果

能够提高吊射命中率，以及比赛时对操作手控制的流畅度。

2.3.3 工程机器人

2.3.3.1 需求分析

机械臂

机械臂作为获取、兑换、移动矿石的主要机构之一，需要满足

1. 机械臂的工作空间需要能够包含矿石在其中
2. 机械臂结构需要一定的刚性和稳定性，足以支撑矿石带来的扭矩和重量
3. 模块化设计，方便后续维修。

吸盘

吸盘作为机械臂的末端执行器，需要满足以下功能

1. 产生足够的吸力，可以将矿石牢靠的吸附住
2. 较快的响应速度，能够满足快速取矿的需求

底盘

1. 可靠的移动功能和较高的强度。底盘作为机器人上层机构的基础，承载着工程机器人所有的重量，这要

求底盘拥有较高的强度。

2. 高效的救援机构。通过工程车将乙方战死机器人拖回基地复活，是一个经济、高效的手段。但这需要救援机构协助，将乙方机器人拖回基地的补给站。这不仅能够节省复活金币，还缩短了复活时间、回到基地激活发射机构的时间。因此，设计一种高效的救援爪成为必要，它不仅可以优化资源利用，还能加速机器人回到战场。

3. 足够的储矿空间。

2.3.3.2 设计思路

机械

机械臂设计

机械臂参考机械臂部分参考南科大的开源和其他 SCARA 架构的机械臂，决定结合 SCARA 构型和球型手腕作为机械臂的架构，通过一些策略成功完成逆运动学的解算。前三轴使用非传统的 SCARA 构型（PRR，其中第一关节为平移关节 P）作为前三轴，后三轴则采用经典的正交球形手腕构型（RRR）。相对于 RRR 构型的球体工作空间，SCARA 构型呈圆柱形，因此更有效地利用工作空间（相对于 RM 的尺寸限制为立方体）。此外，与 PPP 型（3 轴平动平台）相比，SCARA 构型机械臂本体的占用空间更小，为储矿机构提供更多空间。采用 SCARA 构型而非传统的 RRR 构型有助于减少关节的最大扭矩，同时机械臂的自重由机架承担，无需电机持续输出扭矩。

吸盘设计

采用吸盘系统进行取矿，可以确保机器人能以工程的最大延展尺寸获取矿石。作为初次尝试使用吸盘装置取矿的队伍，综合各种开源方案和实验结果，吸盘决定采用以真空泵作为抽气装置，以橡胶吸盘连接末端装置的思路。此设计可行性高，原理比较简单。

底盘设计

因为工程底盘没有功率限制，所以底盘部分参考广东工业大学开源，使用舵轮底盘。救援机构准备使用旋转钩爪+单向门的机构。气缸触发，钩的部分采用单向门结构，有利于操作手操作。

自定义控制器

本赛季规则下更强调兑换的速度，因此自定义控制器以及配套的兑换站视觉识别方案也因当提上日程。由于 Scara 架构不适合用上交角度传感器方案。需要对南航南科大的 t265 方案和东大的 delta 型主手方案做一个比较学习。

电控

1. 基于 ROS2 开发上位机程序，实现机械臂的运动学解
2. 自定义控制器的硬件设计与程序编写
3. 根据进度考虑实施纯上位机电控

2.3.3.3 进度安排

时间段	进度要求
2023.2-2023.5	底盘设计和制造（救援机构除外）
2023.9-2023.10	吸盘方案选取
2023.9-2023.11	机械臂方案选取
2023.11.15-2023.12.09	机械臂技术验证+购买+制造，电控底层代码编写
2023.12.09-2023.12.16	机械臂组装，电控机械臂控制编写
2023.12.17-2024.1.7	电控机械臂控制完成编写，上机测试
2023.12.17-2024.1.7	底盘储矿机构设计与制造
2023.12.17-2024.1.7	自定义控制器设计与制造
2024.1.12.-2024.2.10	救援机构的设计与制造
2024.1.7-2024.2.10	控制器电控测试
2024.2.21-2024.3.31	整车电控测试与优化
2024.4.1-2024.4.30	接入裁判系统测试
2024.4.1-赛前	模拟比赛测试

2.3.3.4 人员安排

组别	队员	分工
机械	李展鹏	机械臂的设计和制造
		自定义控制器的设计和制造
	杨超翔	机械臂的制造
		吸盘的设计和制造

	邓子康	机械臂的制造
	陈侯瑞	机械臂的制造
	李知展	舵轮底盘和储矿机构
电控	姚昕辰	整车电控编写和调试 控制器程序编写

2.3.3.5 技术难点

1. 新技术研发

吸盘系统

由于没有相关技术经验，吸盘系统主要需解决以下问题：

1. 吸盘直径、真空度、吸附力实际关系问题：根据公式，很容易对于吸盘内部真空度、吸盘直径以及吸附力进行定量分析，然而由于气动系统漏气、吸盘边缘与矿石接触程度等问题，无疑会与期望结果产生偏差，所以必须进行对于实物的实验分析。
2. 气路设计问题：气路需要连接安装在底盘上的抽气设备以及机械臂末端的吸盘，如何保证这一气路在机械臂所有的运动情况下畅通无阻，并且不对机械臂作业产生影响，需要进行研究。

机械臂机械系统

参考南科、北工的开源设计，但由于资源岛结构的更改无疑需要重新进行大量设计，例如机械臂自由度、尺寸以及传动方式等等。

机械臂运动学

战队现有代码中没有相关内容，需要从零开发。

自定义控制器

需要从零开发。

救援机构

需要从零开发。

2. 已有技术改进

底盘的储矿机构

安装方面出现了问题，需要改正。

舵轮轮组

轮组使用了过多零件和连接件，需要简化。同时减震模块设计不合理，使底盘出现外八情况，需要后续优化

底盘电控

已有代码已长期未使用，可靠性存疑。考虑重新编写或由上位机直接控制。

2.3.3.6 量化效果

机械臂

一关节的行程为 500 [mm]，关节二和关节三的连杆长度都215[mm]，假设第二和第三关节的转动角度范围为 $-30^{\circ} - 210^{\circ}$ ，则理论工作空间为0.387 [m]。

吸盘系统

1. 使吸盘达到真空度 60%以上的响应时间在 0.5s 以内，让吸盘快速吸住矿石。
2. 使机械臂末端在进行旋转、平移等操作时都能够保证吸住矿石。考虑机械臂在 pitch 轴旋转，吸附力应当大于矿石质量，并且保证在此吸附力下，吸盘与矿石之间的最大静摩擦力满足 $f_{\text{静}} \geq m_{\text{矿}}g$

2.3.4 哨兵机器人

2024 年规则对哨兵机器人有较大的改动。首先，初始发单量的下调对哨兵机器人的电控和视觉提出了更高的要求。其次巡逻区的扩大可以衍生出更多哨兵机器人相关的战术打法，理论上讲在前哨战未被摧毁的情况下哨兵机器人完全可以实现步哨英协同作战，为战场前期的占领区搏杀取得优势，更快的摧毁敌方前哨站。另外，在 2024 赛季中，哨兵将可以像自主恢复血量和发弹量，可以复活，甚至花费金币立即复活，这进一步加强了哨兵机器人在整场比赛中的作用。最后，在新赛季，哨兵机器人的行动将可以通过客户端的信息进行干预。由此，对哨兵提出以下几点要求：

1. 哨兵将需要更加良好的瞄准算法。
2. 哨兵能够在更加广阔的巡逻区的新条件下进一步发挥双发射机构的优势，通过视觉修正迅速击杀对方的有生力量。
3. 哨兵机器人需要更好地机动性来适应更加广阔的巡逻区，以及在具备自主恢复的能力下与地方机器人进行迂回。
4. 哨兵需要完善云台手干预的相关算法，使其可以更好地完成与其他机器人的协同作战。

2.3.4.1 设计思路

哨兵	设计思路	原因
----	------	----

底盘模块	将底盘改进成全向轮轮系	减小小陀螺时的阻力，提升最大小陀螺角速度
	结构减重，优化超级电容	提高移动速度和转动速度
	采用碳纤维中心板	在减轻悬挂重量以增加稳定性和便捷性的同时提升了中心板的硬度和强度
	四轮垂直独立悬挂，改进轮系限位位置，增加轮系活动空间	相比横置悬挂，独立竖直悬挂能直接接收反馈震动，增加轮系的行程，提高通过性，增强路面适应能力
云台模块	外置双供弹链，使用碳纤维板材制作单链龙骨	有效利用云台外侧横向空间，留给 minipc 足够的内部空间，碳纤维龙骨结构可以有效阻挡外部弹丸对供弹装置的损伤，同时可以减轻云台的重量
	弹链转角处增加多个小轴承	减小弹链与弹丸间的摩擦力，降低卡弹概率，增加供弹速率，提升弹速
	将轴承安装座改为分体式，减轻金属件的重量，优化承力结构与轴承定心方式	保证云台 yaw 轴连接可靠性、稳定性的同时减轻云台重量，减少电机故障率
	云台中置 minipc	将 minipc 安装在左右夹板中间，yaw 轴轴线上，可以有效减小云台转动惯量，同时减少滑环走线压力；距离 c 板和图传较近，走线难度较小，可以利用枪管中间空间安排走线，保证线束不被外部弹丸干扰
	延长激光雷达底座，并将其置于云台较低位置	延长激光雷达可以扩大激光雷达探测范围，安装位置较低，可以有效探测到同一高度的敌方机器人装甲板，同时可以避免枪口和摩擦轮电机线圈对于激光雷达的干扰
	延长激光雷达底座，并将其置于云台较低位置	延长激光雷达可以扩大激光雷达探测范围，安装位置较低，可以有效探测到同一高度的敌方机器人装甲板，同时可以避免枪口和摩擦轮电机线圈对于激光雷达的干扰
	设计双枪管结构	双枪管可以使得弹丸发射速度翻倍，可以有效缩短打击时间，增强哨兵战斗力

	优化枪管和摩擦轮的排布方式、拨弹盘的布局等方面考虑，选择最优方案	减小弹丸与轨道之间的摩擦力，提升供弹和发射效率，保证供弹弹路的稳定性
视觉模块	维护和改进基于 ros2 框架的视觉自瞄算法，与云台电控部分进行配合	提高自瞄准确率以及使用自瞄时云台的稳定性，以获取更高的命中率
	使用 livox-mid360 激光雷达，以及陀螺仪、工业相机、雷达站等作为辅助，进行实时建图，定位	参考中南大学的开源方案以及互联网上的的开源项目，可以兼容战队现有的算法框架，同时高效地完成建图与定位任务
	基于 Nav2 的导航以及避障	使用 Nav2 让哨兵获得自动导航以及避障功能，以应对增大的哨兵巡逻区，同时 Nav2 可以融入现有的 ros2 框架

3.2.4.2 研发进度安排及人力投入安排

时间	项目	任务	人数
2023. 10. 10- 2023. 12. 15	机械	完成哨兵机械机构总体设计包括哨兵输弹管路，发射机构，动力机构的设计。制作哨兵第一个模型，进行改进，并将模型安装到底盘上进行初步调试	2
	电控	完成哨兵底层传感器与电机驱动程序的编写与测试	1
	视觉	完成 vslam 算法的选型与测试	2
2023. 12. 15- 2024. 01. 28	总体	完成第一版哨兵的功能测试，编写总体运行程序	3

	视觉	完成多传感器融合测试，基本完成路径规划功能。	2
	机械	根据今年改变的规则改进优化哨兵机器人机械结构	2
2024. 02. 15- 2024. 03. 15	总体	进行在第一版基础上的改进，重点测试发射与自瞄，还有建模地图的准确性	4
	机械	进行车体暴力测试，优化机械结构	2
	视觉	根据巡逻区扩大的规则改变优化定位与路径规划的稳定性和实用性	1
2024. 03. 15- 2024. 04. 05	电控	准备哨兵机器人应对各项任务的预案，并做好车间通信稳定性测试	1
	总体	进行哨兵的综合调试和测试，力求各个功能的稳定发挥，并进行缺陷改造。这一阶段同时作为哨兵和步兵技术的传承与整理阶段，由老队员带领新队员，进行哨兵和步兵各方面的教学，并逐渐实现哨兵和步兵主力队员由大四向大二过渡。过程中以参加备赛为主要任务。	6
2024. 04. 05—赛前		操作手训练	1

3.2.4.3 人力投入安排

哨兵组共 12 人（包括梯队成员）：

机械：杨徐浩，徐晟予，骆星宇，章涵闻，屠凯欣

电控：纪曜方，姚昕辰

视觉：马寅飞

超级电容：纪曜方，姚昕辰

2.3.5 空中机器人

2.3.5.1 需求分析

1. 室内弱光无 GPS 条件下的定点定高悬停

2. 可控的飞行姿态以提供稳定的云台发射平台
3. 针对减小质量和转动惯量的下云台设计
4. 高射速、高精度的 17mm 弹丸发射
5. 便于场中快速补弹的 1500 发大容量弹舱
6. 方便折叠运输的机臂以及可拆卸桨保
7. 安装桨保时满载飞行时间达到作业需求

2.3.5.2 设计思路

1. 机械

飞行器：

1. 倒置电机驱动桨叶，桨保与飞行器主体连接处位于来风方向，减少升力损耗
2. 采用六旋翼与大桨叶，增大推力提高载弹量和可容纳的发射平台总重
3. 盒式供弹机构，供弹结构简化以提高可靠性
4. 采用榫卯与螺栓相结合的安装方式，容纳更大的公差的同时保障主结构强度
5. 可折叠结构，便于收纳
6. 大规模减重，用于容纳更大型的云台和发射机构

云台：

1. 经典双轴稳定下云台布局，减小转动惯量和质量并提高反应速度
2. 尽量减短供弹路径，保证流畅供弹；重力同向供弹，做功少，可靠性高
1. 运用 FEA 拓扑优化，保证板材强度同时尽可能减重，运用拼插榫卯结构，减少结构死重
2. 横置摩擦轮组保证垂直方向的散布更容易控制，提高瞄准和射击精度

2. 电控

飞行器

1. 采用标准 x6-6 轴多旋翼动力布局，6 组电池组合提供 12S 供电
2. 搭载 N3 飞控及加装光流计实现室内室外环境的稳定飞行
3. 弹舱满载最大起飞重量 15kg，弹舱空载 13kg 续航可达 8 分钟为设计指标

云台

1. 尽可能将动力系统与运算部件固定在飞行平台，减小云台工作产生的反作用力

2. 调整摩擦轮闭环控制器以保证高弹速高射频下的弹道稳定
3. 控制 Yaw 轴转动角度范围代替使用电滑环减少结构死重
4. 适应飞行平台的随机性，提高云台的即时反应速度，保证指向稳定
5. 结合视觉实现自瞄，融合飞行器平台的坐标变化进行精准射击

2.3.5.3 进度安排

时间段	进度要求
2023. 12	机械—无人机桨保制作与安装 电控—学习螺旋桨调控电路的维护
2024. 1	无人机起落架修改与调整无人机整机强度 电控—云台电路设计与分析
2024. 2	机械—无人机下云台整体设计 电控—下云台排线设计
2024. 3	机械—无人机电池组安装方案讨论与改装 电控—针对电池组调试的机体电路
2024. 4	机械—无人机弹舱的设计与测试 电控—融合视觉实现云台自瞄射击
2024. 5	机械—实现精准悬停及发射机构稳定 电控—提高射击精确散布及稳定性

2.3.5.4 人员安排

组别	队员	分工
机械	杨砚冰	总体规划
	和煦哲	弹舱弹链设计
	李皓轩	机体优化

	丁俊元	云台设计
电控	戴周恒	云台控制及自瞄
	杨砚冰	飞控及动力

2.3.5.5 技术难点

1. 基于光流计的室内环境无 GPS 定点定高悬停

应对赛场上室内环境无 GPS 及较弱光源的环境，融合光流计或为定点定高悬停提供解决方法。本赛季空中机器人采用 DJI 商用 N3 飞控系统，融合非官方光流计或多目视觉定位有一定通信难度，为本赛季后续待解决的难点之一。

2. 为减小转动惯量对云台及发射机构的减重

空中机器人的云台需适应无人机平台对扭矩和外力的高敏感度，在保证空中精准射击打击的基础上牺牲结构强度进行减重，以减小无人机平台工作中受到的干扰。俯仰轴为保证足够发射角度仍将采用摇摆炮塔结构，而航向轴的结构将独立于弹舱和拨弹，由弹链供弹。新版本空中机器人云台仍在研发过程中。

3. 为提高动力效率的来流方向桨保骨架

为减小全包裹桨保的动力损失，各队伍经过大量计算和实验，来流方向骨架相较于其他位置的桨保可以尽可能减小动力损失。我们采用 DJI 的 E2000pro 动力套装配了插件安装孔位，可以安装来流向骨架的桨保，目前计划采用分体快拆桨保，后续仍需载重续航实验检验可行性。

2.3.6 飞镖系统

2.3.6.1 目标需求

新赛季的飞镖规则没有太大的改动，仍然可以对前哨站和基地造成大量伤害，但在去年的规则基础上新增了“随机位置“的基地目标，高基地伤害，高经济获取，敌方地面机器人全体 aoe 和屏幕遮挡使得制导飞镖的战术意义大大增强，飞镖翼展的延长和最大重量限制的增加也使制导飞镖研发可行性有所提升。飞镖同无人机一样作为非地面单位，受地面的影响较少，在比赛中若是可以做到成功击打目标便可以起到扭转战局的作用。但鉴于本队暂无能够实现完整功能的飞镖系统，因此，本赛季的主要任务是逐步开发完善无控飞镖系统，提高飞镖击打稳定性。并逐步进行制导飞镖的开发。

到基地距离由 25233mm 到 25458mm

到前哨站距离由 15859mm 到 16034mm

2.3.6.2 设计思路

在上个赛季的比赛中，飞镖系统在复活赛和国赛的表现十分亮眼，成功命中基地目标的飞镖数量看出各个学校的无控飞镖系统研发已有所成就。今年以弹射动力（如弹簧，橡皮筋等）发射飞镖的思路也出现了许

多，相对高命中率也证明了其相对于摩擦轮结构的稳定性。在上个赛季的发射机构初步研发中也验证了其稳定性。因此本赛季的目标是在上个赛季的研发基础上完善机械设计，提高飞镖发射的稳定性和飞镖架的结构稳定性，主要对飞镖架的发射机构和缓冲模块进行优化，重新设计填充结构和 pitch 轴可调节结构。飞镖部分进行内部优化和整体形态迭代，实现无控飞镖能够对内部裁判系统进行调节和可充电功能，增加飞行过程中的稳定性。同时进一步研发制导飞镖，争取能够在本赛季设计出初步的可控飞镖方案。无控飞镖需要保证飞镖发射的命中率和可重复性较高，最终目标是能够在一次发射窗口内，命中前哨站的飞镖在一个以上；有控飞镖方案是实现飞镖在发射一段时间后，能够检测基地装甲板的位置，通过舵机控制侧翼的舵面来改变飞镖飞行的方向实现击打方向的调整，最终实现对基地飞镖引导灯的识别与调整姿态的功能，再一次发射窗口内，命中“随机位置”的飞镖在一个以上。

2.3.6.3 设计方案

所有工作在上个赛季装配的初步发射机构的基础上进行。飞镖发射架部分主要有以下工作：

1. 对目前已有的飞镖架发射机构部分元件进行更换，一些受力较大的部分换用强度更高的材料，保证在长期实验中能够保持飞镖结构稳定，能够正常完成发射任务。
2. 优化缓冲结构，前期采用弹性系数较小的弹簧和海绵块缓冲效果均一般且较容易出现结构上的威胁，对飞镖架可持续工作造成干扰，因此需要考虑使用其他方式的缓冲结构。
3. 考虑设计 pitch 轴可调节装置，上一赛季制造的飞镖架结构为 pitch 轴固定结构，考虑设计一个可调节 pitch 轴的结构来验证最优发射角度。
4. 增加镖架头部红外线，因无控飞镖需要手动瞄准前哨站或基地，为了能够更加准确的瞄准需要增加飞镖架头部的红外线用来辅助人眼瞄准。
5. 验证发射架发射速度，因为上个赛季的研发过程中发现实际可发射距离远小于理论发射能力，将继续改进滑台，并设计一个测速板块检测可能的问题。
6. 设计装弹机构，对于上个赛季设计不完备的装弹机构进行再设计，确保能够稳定快速完成飞镖的装填。
7. 电控代码的传承和进一步优化，鉴于本队人员流动较大，需要让新队员尽快能够上手飞镖电控代码并对其代码逻辑进一步优化。

飞镖方面，主要有以下任务：

1. 无控飞镖需要在上个赛季的基础上设计可充电以及可快速调节裁判系统光源的开关，对飞镖的外形根据飞镖架的滑台优化进行相应的迭代。进行大量发射测试总结飞镖命中率，寻找发射中的问题并相应的解决。
2. 对于制导飞镖进行初步的设计，尝试学习模拟制导飞镖在飞行过程中的运动状态，对制导飞镖进行初步的建模制造和试验。

技术难点与解决方案总结如下：

技术难点

解决方案

保证无控飞镖的稳定命中	1、改进滑台使滑台发射状态能够更加稳定 2、增加底盘与地面吸力减少飞镖架在发射过程中的挪动。
飞镖架的快速标定	利用激光发射器辅助人眼进行快速标定
飞镖装填系统的研制	计划设计下落式装弹机构
制导飞镖的控制	确定飞镖的姿态，根据飞镖的姿态以及引导灯的具体位置计算当前位置与目标位置的差值，最后通过舵机控制侧翼舵面实现飞镖方向的改变

3.2.6.4 进度及人员安排

组长：大二冯焕宇负责发射架的优化维护以及剩余未完成机构的设计研发

组员：大一樊明昊配合完成机械方面的优化工作，张柯瑞负责电控方面的传承优化

时间	方向	飞镖任务	发射架任务	参与人员
2023.10.23- 2023.11.5	现有电控、机械 内容交接	学习飞镖外形 结构等内容	学习飞镖发射 架机械结构、电 控代码等内容	冯焕宇 樊明昊 张柯瑞
2023.11.6- 2023.12.3	完善飞镖架结 构与安装	对飞镖内部进 行优化	根据飞镖架仍 存在的问题进 行初步优化改 进，新增功能	冯焕宇 樊明昊
2023.12.4- 2023.2.3	无控飞镖测试、 收集数据 飞镖架二次优 化	无控飞镖测试 击打前哨站，尝 试击打基地 迭代飞镖外形	测试击打前哨 站，尝试击打基 地，总结发射中 出现的问题 并根据出现的 问题对飞镖架 进行进一步优	冯焕宇 樊明昊 张柯瑞

			化	
2023.2.21-	装弹机构设计	学习制导控制	设计装填机构	冯焕宇
2023.3.21	制造	相关知识	并搭配发射机	樊明昊
	制导飞镖学习		构进行测试	张柯瑞
	设计		电控代码进行	
			整体优化	

2.3.7 雷达

2.3.7.1 需求分析

1. 对敌我双方机器人的定位，测距
2. 敌我识别，机器人种类（装甲板数字）识别
3. 与机器人，裁判系统之间通信，提供视野

2.3.7.2 设计思路

机械：

因为雷达站目前不涉及任何转动平移机构，因此机械结构较为简单，目前计划使用摄像机三脚架作为雷达支架，设计一个平台用于放置 Mid 70 雷达，深度相机和工业相机，最后为计算端设计一个抗震的推车以方便移动

算法：

1. 通过工业相机获得图像，用神经网络模型进行识别，获取机器人的位置，编号，队伍
2. 由 livox mid70 激光雷达获得深度图像，结合视觉获得的结果，推算出机器人位置，绘制地图，为队伍提供视野

2.3.7.3 进度安排

时间段	进度要求
2023.12	收集开源方案，确认答题架构，预算
2024.1-2024.2	雷达方案确定，开始搭建算法框架 相机标定与测试 基于官方数据集，补充数据，训练神经网络

2024.3	雷达站进行组装，连接计算平台进行单独测试
2024.4	完成雷达站通信部分
2024.5	雷达站与其他机器人整体测试迭代

2.3.7.4 人员安排

组别	队员	分工
机械	李知展	搭建雷达支架
算法	马寅飞	定位以及神经网络识别算法
	姚昕辰	雷达站通信

2.3.7.5 技术难点

1. 神经网络推理开销大，需要在精度与速度之间寻找平衡点，同时期望通过传统计算机视觉手段减小开销
2. 测试场地与比赛场地区别较大，需要保证能够尽可能应对比赛场地环境，以复现测试时的效果和准确度

2.3.8 人机交互

2.3.8.1 操作手客户端自定义 UI

1. UI 界面显示自瞄摄像头视角范围，便于操作手使用自瞄；
2. 自定义 UI 界面在英雄机器人操作界面上添加标度辅助操作手无视觉近距离射击；增加视觉识别框以提示视觉是否识别到当前目标；
3. 自定义 UI 界面增加环形动态能量条显示超级电容容量。

2.3.8.2 自定义控制器

1. 自动哨兵控制：使用云台手客户端控制，将云台手客户端的鼠标点击信息通过车间通信发送至自动哨兵，自动哨兵通过自主路径规划前往指定地点；
2. 工程自定义控制器：通过自己设计制作的自定义控制器，对金矿实现精准抓取以及完成高难度兑矿；
3. 半自动化操作模式：根据 2024 新赛季规则，半自动化机器人带来更快的经验增长，同时官方也有意引导各战队实现更多自动化兵种，故半自动化所带来的好处必定是巨大的。然而，对于一支并不学有余力的战队来说，本项挑战将更可能被列入未来的战队规划之中。

2.3.8.3 人员安排

组别	人员	职责
电控	张潼宁	负责 UI 界面设计、图传遥控器链路的键鼠控制以及裁判系统通信协议的迭代更新
	纪曜方	负责提前探索半自动化操作模式
	姚昕辰	负责与机械组相关人员共同研发探索工程机械臂及其自定义控制器
算法	马寅飞	负责完成自动哨兵控制及其与云台手的交互通信

2.4 技术储备规划

2.4.1 通用技术储备

超级电容模块

基于 Buck-Boost 制作基于 STM32F103C6T6 的超级电容控制板，以降本增效。

本模块适用于所有具有底盘的设备，来提供瞬时功率的上限。此外还制作超级电容均压板。

巡航 Visual-SLAM 模块

预计采用全志系列的 Soc，或者基于香橙派-昇腾 Atlas 开发板部署一个通用模块，能与外部通过串口通信。

2.4.2 特定兵种技术储备

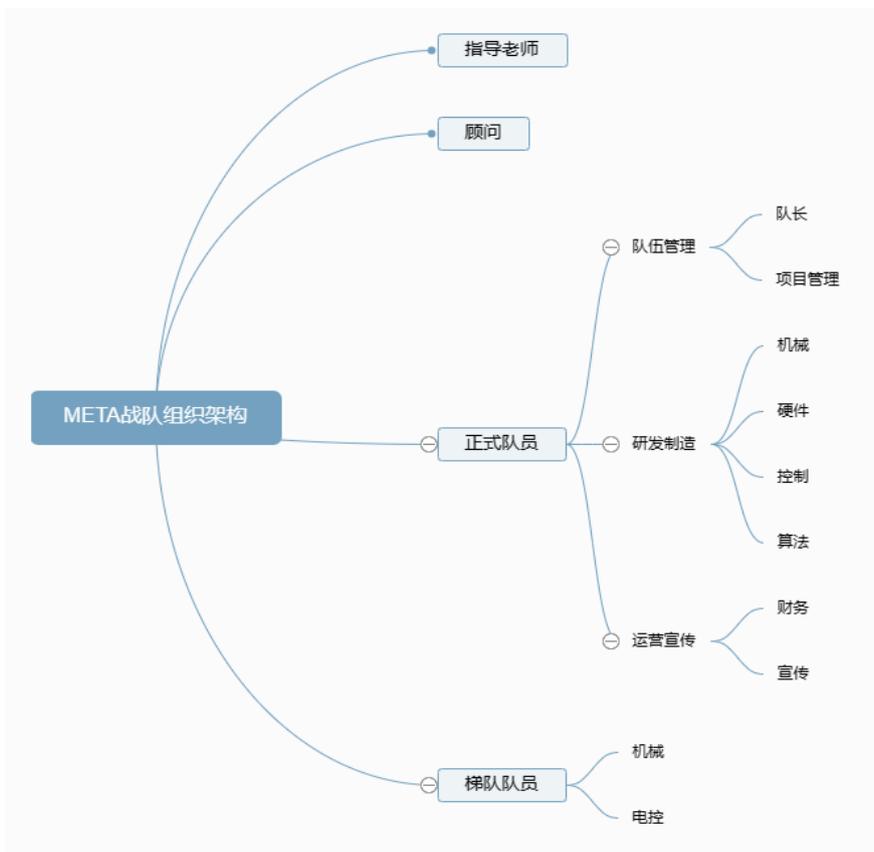
高通过性底盘

研究比对月球车、履带、气垫船等底盘结构，设计一种较好应对阶梯、大坡度等地形的底盘，同时具备与麦轮相近的灵活程度。考虑用较低成本的方式通过复刻一些 RC 等其他机器人比赛已有底盘设计再进行后续修改。

扭杆/弹片减震系统

从运动仿真和应力分析入手，计算底盘（eg.舵轮底盘）所需的减震系统的阻尼值和弹性模量，考虑使用玻纤片和尼龙杆作为弹片和扭杆来替代原有的弹簧阻尼避震器，从而集中化舵轮底盘结构，减小底盘体积。

3. 团队架构



职分位类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
	指导老师	<ol style="list-style-type: none"> 1. 指导团队的建设管理 2. 对队伍经费报销有最终决定权 3. 指导队伍的技术成果转化 4. 对关键技术难题提供支持 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有较强责任感 2. 尊重学生发展意愿 3. 便于沟通 4. 战队所属单位有一定话语权 	1-4
	顾问	<ol style="list-style-type: none"> 1. 为队伍提供技术支持，特别是解决往年项目中的疑惑 2. 整理战队历年经验 3. 提供管理决策建议 4. 审核机器测试 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 往届乐于帮忙答疑的队员 2. 其他学校未能参赛、已经毕业，乐于传授经验的同学 	2-5
	队长	<ol style="list-style-type: none"> 1. 与组委会以及其他队伍对接 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 热爱 RoboMaster、热爱工程技术 	1

正式队员	管		<ol style="list-style-type: none"> 2. 与学校方各单位对接 3. 把控队伍进度，在关键节点组织队员进行决策 4. 实验室场地的管理和建设 5. 跟进各项目组的进度 5. 审核机器测试 6. 改进、制定队伍章程 	<ol style="list-style-type: none"> 2. 强责任感 3. 强管理和自我管理能力和 4. 强人际交往能力 5. 强抗压能力 6. 有完整的往届参赛经验 7. 简而言之，是个超人 	
		项目管理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 确定该赛季各项目任务 2. 每周例会的召开和记录 3. 队伍在线 Wiki 的维护 4. 跟进各项目组的进度，及时组间协调物资和人员 5. 审核机器测试 6. 改进、制定队伍章程 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 热爱 RoboMaster、热爱工程技术 2. 强责任感 3. 有 RM 赛事参赛经历 4. 具有一定文书工作能力 5. 有一定交流能力 	1
	技	机械	组长	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机械组日常管理，包括器材、加工设备 2. 和项管一起分配机械组任务 3. 定期召开机械组审图会议 4. 制定机械组培训规划 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 热爱 RoboMaster、热爱工程技术 2. 强机械设计能力 3. 强创新意识 4. 具有一定的管理能力 5. 有备赛参赛经历
	机械	组员	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机器人 CAD 图纸绘制 2. 机器人零件加工 3. 机器机械结构上的维修维护 4. 机器的测试和技术文档编写 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 热爱 RoboMaster、热爱工程技术 2. 有机械设计能力 3. 有动手能力 4. 有责任感 	各兵种 1-2 名
	硬件	组长	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分配和管理队伍硬件 PCB 绘制任务 2. 制定硬件组培训规划 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 强模电知识储备 2. 强嵌入式代码编写能力 3. 强焊接能力 	1

				<ul style="list-style-type: none"> 4. 有备赛参赛经历 5. 热爱 RoboMaster、热爱工程技术 	
硬件	组员	<ul style="list-style-type: none"> 1. 参与设计超级电容模块设计制作 2. 参与设计其他硬件 PCB 制作测试 3. 机器的电气排线布置 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 有一定电气专业知识 2. 有动手能力 3. 有代码编写能力，但还不熟练于控制部分代码的 4. 热爱 RoboMaster、热爱工程技术 	1-3	
电控	组长	<ul style="list-style-type: none"> 1. 电控组日常管理，包括开发板和战队 GitHub 2. 制定电控赛季规划，分配任务 3. 跟进电控组任务 4. 负责培训计划制定 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 强机器人控制算法能力 2. 强单片机知识储备 3. 强 C 语言编程能力 4. 有备赛参赛经历 5. 热爱 RoboMaster、热爱工程技术 	1	
电控	组员	<ul style="list-style-type: none"> 1. 各兵种电控代码编写与优化 2. 各兵种代码的调试和测试 3. 编写电控代码的技术文档 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 有一定机器人控制算法能力 2. 有一定单片机知识储备 3. 有 C 语言编程能力 4. 热爱 RoboMaster、热爱工程技术 	3-5	
算法	组长	<ul style="list-style-type: none"> 1. 算法组日常管理，包括上位机和战队 GitHub 2. 制定算法组赛季规划，分配任务 3. 跟进算法组任务 4. 负责算法组知识档案的编写 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 强算法编程能力，上位机开发能力 2. 有参赛备赛经历 3. 有创新能力 4. 热爱 RoboMaster、热爱工程技术 	1	
算法	组员	<ul style="list-style-type: none"> 1. 各兵种视觉代码的编写 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 强算法编程能力，ROS 开发能力 	2-3	

			<ul style="list-style-type: none"> 2. 哨兵建图算法和导航算法的实现 3. 机器人自决策系统的探索 4. 视觉代码的调试和测试 	<ul style="list-style-type: none"> 2. 有 C++/Python/编程 3. 有一定数学知识储备 4. 热爱 RoboMaster、热爱工程技术 	
运营执行	宣传	<ul style="list-style-type: none"> 1. 负责队伍 b 站账号、公众号的运营 2. 和学校宣传部对接，组织校内，队内活动 3. 设计队伍周边、队服等物品 4. 队伍日常比赛图像视频记录 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 有使用 PS PR 等视频图片处理软件 2. 有一定摄影能力 3. 有一定文稿能力 4. 有较强责任感 	1	
	财务	<ul style="list-style-type: none"> 1. 队伍日常发票汇总整理和报销 2. 管理汇报队伍经费使用情况，实时跟进队伍剩余经费数量 3. 负责大额合同采购的流程跟进和处理 4. 对接学校计财处 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 了解学校发票报销制度 2. 了解赛事物资购买制度 3. 强责任感 	1	
梯队队员	机械	<ul style="list-style-type: none"> 1. 学习 SolidWorks 软件，了解各种加工技术 2. 协助机器人加工和装配工作 3. 设计，制作场地道具 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 对机械知识感兴趣 2. 对机器人感兴趣 	20	
	电控	<ul style="list-style-type: none"> 1. 学习 STM32 单片机 2. 学习 Clion 嘉立创 EDA 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 对嵌入式设计感兴趣 2. 热爱机器人 	20	

4. 资源可行性分析

4.1 上赛季资源使用情况及其分析

上赛季总经费为十万元，但是在差旅上花费 41200 元，接近总花费的 50%，这是因为上赛季参与上海站的比赛没有控制好参赛人数以及暑假中和 UIUC iRM 一起参与复活赛而在深圳的长时间一同备赛导致的。本赛季需要控制好参赛人数，减少观众式队员，相对增加每一位参赛同学的参与度。同时如果在研发经费超支的情况下需要考虑进一步削减在差旅上的报销额度，转而由个人承担。同时运输机器时采取航空货运导致运输费用过高，而且限制众多，需要考虑租车陆路运输的方式来减少运输的支出。

上赛季能稳定使用的仍只有老麦轮步兵，投入新机器人制造和新机器人技术研发的费用占比偏少。而本赛季需要新增平衡步兵、工程机器人和无人机，经费需要向研发方向更多倾斜。

在材料消耗方面的花费 35854 元，加工器材费用较少，说明材料损耗率有待降低。在购买材料过程中，需要注意权衡不同来源的性价比，减少高损高费的情况，从而减少材料花费。从原材料到零件加工过程的增多，必然提高材料使用率并降低花费。因此需要提高在实验室加工设备上的投入，对实验室的 3d 打印机，三轴切割机进行维修维护和适当的升级以便减少部分代加工费用。

4.2 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	学院崔佳欢教授项目组	总计 10 万元	见预算表
物资	上赛季沿用和新购置	Mid 360 激光雷达 1 Jetson Orin Nano 1 X86 工控机 1 3508 电机+电调 4 TB48s 电池 4 6020 电机 2 达妙 4310 电机 2 宇树 8010 电机 2 C 型开发板 4	需要对 22 年以前的物资损耗情况做统计清点 需要补充全阵容必要的裁判系统

加工资源	上赛季沿用和新购置	拓竹 P1P 一台 QIDI XPLUS 3 一台 Ender 3 一台 自制三轴 CNC 一台	三台打印机均为队员个人所有 三轴 CNC 目前需要维修 还可以使用实验楼激光切割机进行亚克力和木板的切割
宣传资源	上赛季沿用	无	上赛季制作的周边已经耗尽，本赛季考虑制作更低成本更多数量的周边
场地资源	学校	两个实验室，总面积 140 平方米	分为加工区，调试区，有可用队员工位总计 20

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	10000	主要费用集中于购买平衡步兵所需的电机上
英雄	5000	恢复损坏英雄的功能
工程	20000	制造机械臂和底盘，添置部分裁判系统
哨兵	15000	需要添置部分裁判系统
无人机	5000	费用集中于下云台制造
飞镖	5000	费用集中于现有镖架升级和装填系统
雷达	10000	费用集中于激光雷达的购买
运营	5000	用于维修实验室加工设备
差旅	25000	考虑进一步削减
其他	0	
总计	100000	

4.3 资源可行性分析

结合上赛季情况，我们在人员上要想办法激发战队成员的主观能动性，灵活寻找时间参与战队工作，运用工作平台的信息交流学习。本赛季新增了一个实验室和很多热情的新成员，要充分利用实验室的场地来进行研发和测试。

潜在风险评估：机械组进度拖拉，迭代过慢导致整体进度延后；学校报销不及时导致资金流动不及时，耗材浪费，实验室物资常被借用导致物资丢失，导致资金不够。

解决方案：减少材料浪费，优化设计方案减少材料消耗。整理物资堆放区，清点战队物资，避免找不到物资的情况和物资丢失的情况。加快机械组迭代制造进度以提升报销频率，增加资金流动速度。

5. 宣传及商业计划

5.1 宣传计划

今年宣传并未成功招新，因此在宣传招商方面没有过多的人力物力投入，被迫从简

5.1.1 宣传目的

1. 针对校区大一新同学进行招新宣传，尽量使全段 250 多名新生在开学前或者开学第一周了解到战队和 RoboMaster 大赛，并开展招新宣讲
2. 运营战队 b 站账号，主要用于收集战队日常以及教学视频
3. 联盟赛、分区赛（如果有的话）赛前赛后备赛发布推文，并与学校文宣合作在学校官方微信公众号发布（主要是为了能让家长看到）
4. 整理实验室，维护机器，参与学校宣传片，活动开幕式等活动，增加战队存在感

5.1.2 宣传指标

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
Bilibili	ZJU-UIUC-META 战队	569	1	569	2100	3	700
微信公众号	RM META 战队	1278	3	400	3000	6	500
微信公众号	浙江大学 ZJUI	1596	1	1596	3500	2	1750

5.1.3 宣传规划

时间	事件	活动目的	活动内容
----	----	------	------

2023年9月	招新预告	介绍战队日常活动与赛事，吸引新生入队	发布招新推文视频
2023年10月	正式招新	招募预备队员，为比赛提供充足人才储备	百团大战，社团活动
2023年10-11月	技术教学	教授电控、机械等知识，选拔正式队员	线下讲座，实验室实践
2023年12月	校内赛事	提升战队校内知名度，提高队员积极性	与其他学生组织联合举办小型赛事
2023年末	战队总结	总结战队往年得失，嘉奖队员	发布总结推文视频
2023-24年	线上教学	方便队员与其他热爱RM的同学参考学习	录视发布教学视频
2023-24年	撰写推送	提升战队影响力，增加日常活动趣味性	公众号日常推文撰写与发布
2023-24年	周边制作	促进战队之间的交流，进行周边互换	设计制作战队周边
2024年初	队内团建	分配任务，调动积极性	全队进行线下会面
2023-24年	比赛预告	提升战队影响力，增加日常活动趣味性	赛事推文预告
2024年4月	比赛报导	提升战队影响力，获取校区支持	3v3比赛过程实时报导
2024年4月	战后视频	回顾比赛，提高宣传力	战时视频剪辑发布
2024年5-6月	队内采访	提升战队凝聚力与趣味性	采访并发布视频推文

5.1.4 周边规划

1. 传统周边再制：黑白 META 战队徽章定制 100 个，META 战队旧款手环定制 100 个，META 标志钥匙扣黑色银色各 30 个。2024 年 3 月前完成定制与报销。
2. 新周边设计规划：META 战队新款手环，2023 年 12 月设计，2024 年 1 月定制实体。META 战队 PCB 电路板，2024 年 1-2 月设计，2024 年 3 月前完成定制与报销。哨兵步兵英雄缩小版 3D 打印模型，2024 年 1-2 月设计，2024 年 3 月前完成打印与报销。

5.2 商业计划

5.2.1 战队招商客户规划及目标规划

5.2.1.1 招商需求分析

基于战队招商现状制定以下两大目标：

- 1) 获取赞助资金，目标赞助金额：2w+
- 2) 获取技术支持，目前团队在进一步研发过程中，有很多技术上进一步支持，更改源代码等需求，若能实现产品定制、二次开发等，可以进一步提升队伍硬实力。
- 3) 获取招商经验，初步建立企业资源网。

5.2.1.2 招商对象

- 1) 主要对象：科技产品研发行业、智能算法研发行业、材料加工行业、电子通讯行业。
- 2) 补充对象：娱乐行业、服务行业、餐饮行业、校园团体、创意产业行业、组委会认可的其他行业等。

5.2.1.3 执行方案及渠道来源

- 1) 资金赞助类：聚焦杭州、海宁当地产业，利用相同区域优势，线上线下平行交流，寻找潜在合作伙伴。
- 2) 技术支持类：重点针对高新技术企业，包括中小企业为主体。发掘学校、学院、校友或当地周边资源，积极获取潜在赞助商的联系方式。建立联系后，根据不同企业的需求制定合适的合作方案，寻找双方利益最大化的合作方式。
- 3) 材料加工类：总结团队通常购买零件的商家、厂家；学院从企业和其他资源采购材料，谈判长期合作，实现采购优惠，甚至原材料和加工支持。
- 4) 其他：相关性较弱的行业招商难度较高，在开展上述三个重点招商项目的同时，我们可以积极尝试拓宽招商范围，探索更多获得赞助的可能性。

5.2.1.4 目标数量

赞助商类别	数量
冠名赞助商	1
一般赞助商	若干
合作伙伴	若干

5.2.1.5 合作模式及目标体量（赞助权益框架）

1) 冠名赞助商

体量：中型及大型企业

赞助金额：3 万元及以上

样例：XXX-机器人战队

回报一：冠名及贴牌

俱乐部冠名赞助商有权为本俱乐部冠名，且可在其战车、参赛队队服指定位置喷绘和张贴其品牌商标或产品名称。

回报二：官方宣传赛事官方网站对于赛队的介绍中，可对其冠名赞助品牌名称、logo 进行部分体现；战队官方社交账号中对冠名赞助品牌做出体现；全国分区赛阶段所属分区赛，战队对抗比赛场次中现场体现。

2) 一般赞助商

体量：中小型企业

赞助金额：1 万元至 2 万元或其它

回报一：贴牌

俱乐部赞助商有权在俱乐部所属的所有战车、战队服装规定位置喷绘和张贴其品牌商标或品牌名称。

回报二：校内宣传

通过横幅、海报、校内网络平台、校报宣传，但必须与比赛挂钩并以赛事项目为主。由品牌合作伙伴提供相关的宣传材料。

回报三：校内宣讲会

根据赞助商的具体情况和需求，在浙江大学海宁国际校区举办 1-2 场品牌宣讲会。相关材料及前期宣传费用由赞助商提供，战队负责宣传品制作与发布、提供场地、安排会场工作人员。

3) 合作伙伴

体量：中小型企业或加工厂商

赞助金额：5 千元至 1 万元

回报一：贴牌

俱乐部赞助商有权在俱乐部所属的所有战车、战队服装规定位置喷绘和张贴其品牌商标或品牌名称。

回报二：校内宣传

通过横幅、海报、校内网络平台、校报宣传，但必须与比赛挂钩并以赛事项目为主。由品牌合作伙伴

提供相关的宣传材料。

5.2.2 战队招商资源优势及亮点

5.2.2.1 资源优势

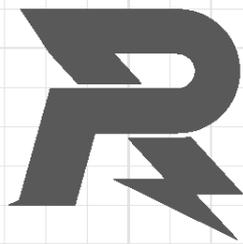
META 战队由浙江大学伊利诺伊大学厄巴纳香槟校区联合学院崔佳欢老师等指导，在校团委、教务处及学院党委的支持下成立，实验室能够整合来自校园的多方资源，各方资源均大力支持战队的发展。

同时，作为校区内唯一拥有常驻实验室场地的本科生科研与竞赛集体，META 战队的实验室和机器人也常常作为学院展示实验室建设和本科生培养成果，参与学院的对外宣传。

5.2.2.2 其他优势

META 战队目前当下的成果、知名度在招商时显得有些捉襟见肘。坦诚来说，我们认为队伍尚不具备任何值得任何一家企业青睐的优势；高情商而言，队伍里希望战队可以传承不断的老队员、热爱技术创新，热爱比赛的新队员们是我们最为宝贵的资源了。

但我们希望能通过本赛季的努力积累，提升成绩与技术水平，做出更多新的机器人平台用于宣传和招商。同时尝试拓展技术使用场景，尝试将比赛需要的技术转化为创新创业大赛等比赛的项目。



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街道仙茶路与兴科路交叉口大疆天空之城T2 22F