



Using a 33-55 motor driver chip and Field-Effect Control (FEC), the RoboMaster C820 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster M820S P19 Brushless DC Gear Motor and C820 Brushless DC Motor Speed Controller, this 48-hole Assembly Kit includes an overall socket and a terminal board.

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

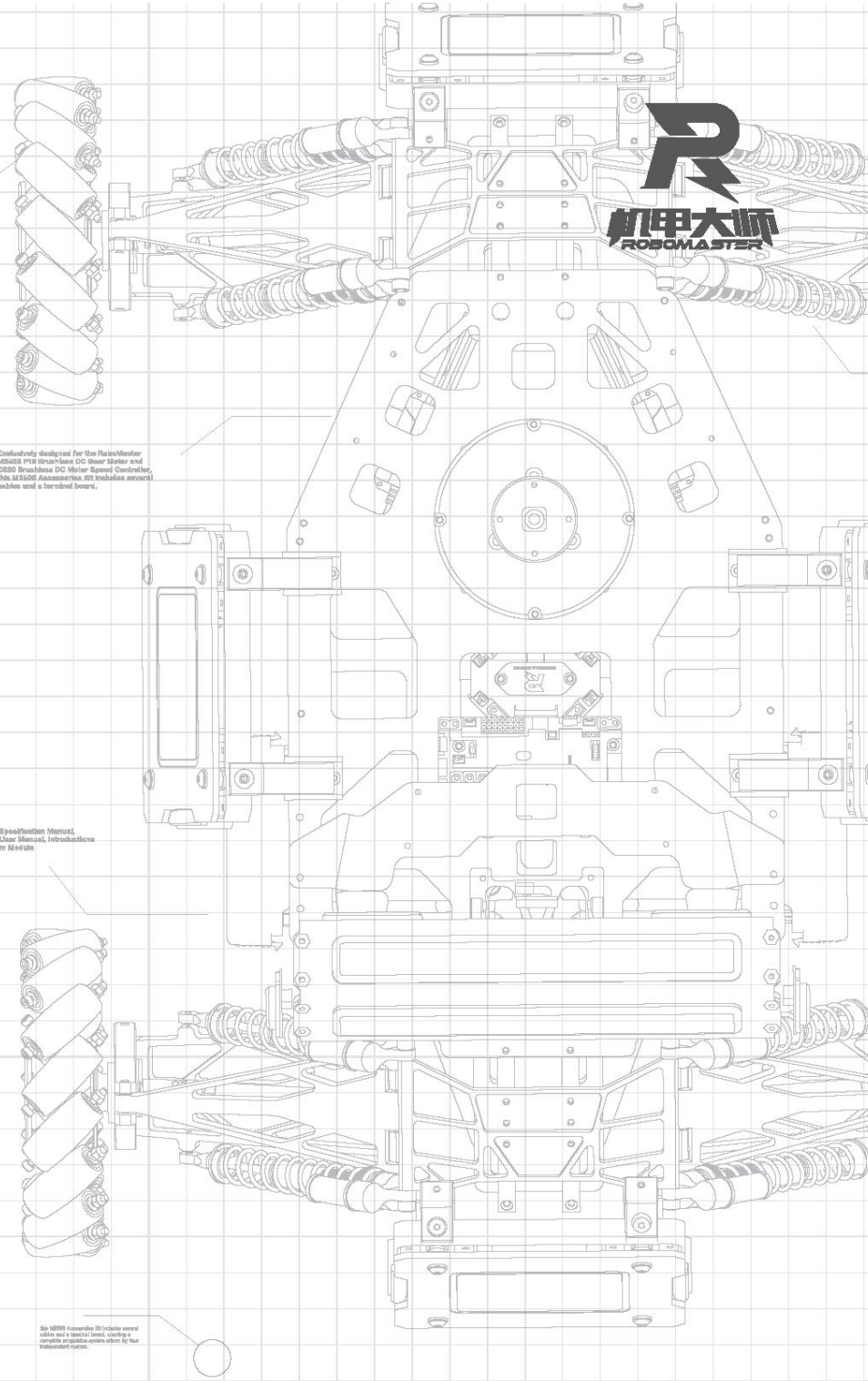
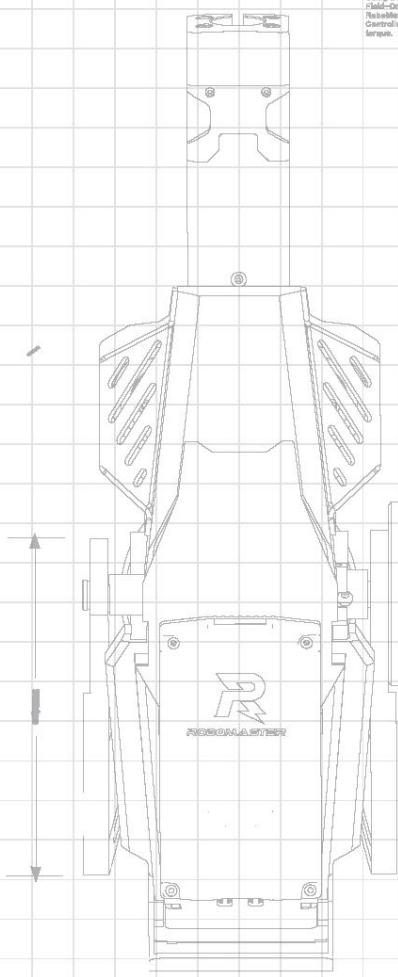
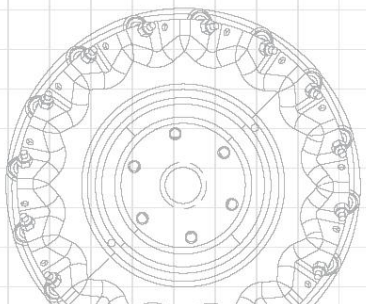
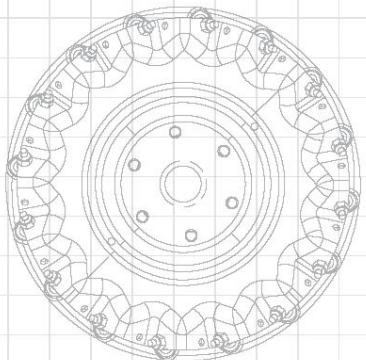
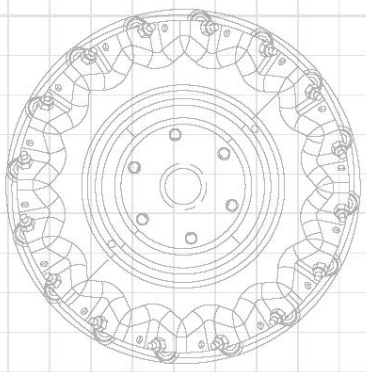
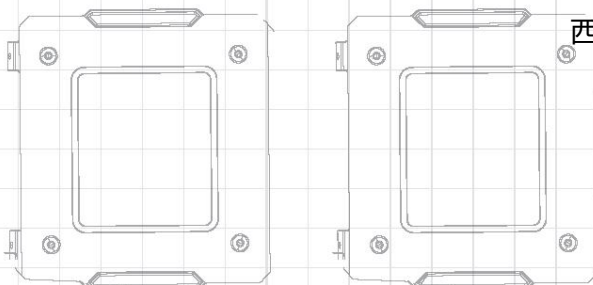
The M820S Assembly Kit includes overall socket and a terminal board, ensuring a complete assembly system when for four independent motors.

ROBOMASTER 2024 机甲大师超级对抗赛

赛季规划

西北工业大学 WMJ 战队 编制

2023 年 12 月 发布



目录

前言	1
1. 团队目标	2
1.1 团队情况分析	2
1.2 目标细则	2
1.2.1 赛事目标	2
1.2.2 研发目标	3
1.2.3 管理目标	3
1.3 目标跟踪	4
2. 项目分析	5
2.1 上赛季项目分析经验	5
2.1.1 上赛季项目分析	5
2.1.2 经验总结	6
2.2 规则方向性解读	7
(1) 性能与经验体系改版	7
(2) 赛场地图改动	7
(3) 大能量机关	7
2.3 研发项目规划	8
2.3.1 英雄机器人	8
2.3.2 工程机器人	13
2.3.3 步兵机器人	18
2.3.4 平衡步兵机器人	23
2.3.5 哨兵机器人	29
2.3.6 空中机器人	34
2.3.7 飞镖系统	41
2.3.8 雷达	45
2.3.9 人机交互	48
2.4 技术储备规划	49
2.4.1 机械	49
2.4.2 电控	50
2.4.3 视觉	51
3. 团队架构	53

3.1 组织结构	53
3.2 岗位职责和要求	54
4. 资源可行性分析	60
4.1 上赛季资源使用情况	60
4.2 本赛季可用资源概述	60
4.2.1 资金资源	60
4.2.2 物资资源	61
4.2.3 加工资源	66
4.3 资金预算分配规划	66
4.4 资源可行性分析	67
5. 运营计划	69
5.1 宣传计划	69
5.1.1 宣传目的	69
5.1.2 宣传平台	70
5.1.3 宣传日程	73
5.2 商业计划	75
5.2.1 招商对象	75
5.2.2 招商类别	76
5.2.3 招商方案	76

前言

本报告由西北工业大学 WMJ 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
机械	陈铁仁	陈纳川	高世宇	
硬件	唐彦科	钱卫	胡浩然	王尘子
软件	胡浩然	钱卫	唐彦科	侯博森
算法	黄永乐	王尘子	侯博森	王云飞
管理	高世宇	侯博森	王云飞	
宣传	张傲寒	王云飞		
商务	王云飞	张傲寒		

1. 团队目标

1.1 团队情况分析

WMJ 战队是一只依托于 RoboMaster 机甲大师高校系列赛（RMU）而创立的大学生创新创业团队，创立至今共参加七届比赛，曾经历过巅峰，也踏入过低谷。从 2017 赛季的新生队伍，到 19 赛季作为中部四强第一次进入全国赛，取得步兵单项季军，我们展现过实力；到 2021 赛季重启之年，我们又一次进入国赛，却也又一次止步 32 强；在刚刚结束的 23 赛季，我们满怀信心踏上赛场，却在分区赛上止步 32 强，遗憾无缘全国赛。从刚开始的资金、人手不足到现在得到学校多部门的支持，当选为校级创新创业基地，战队经历坎坷挫折，却也一直在保持着成长和发展。

战队现作为校级大学生创新实践基地，每年拥有经费超过 30 万元，但是暂未拥有稳定的赞助商。战队在学校工程实践训练中心创新社区拥有专属办公区域与调试场地，可作为日常备赛的活动区域。

战队现常态拥有成员超过 40 人，核心成员 10 余人。其中已获得推免资格的大四队员 4 名，大三队员 9 名。与其他大部分队伍相比，我队今年在高年级队员人数具优势，拥有丰富的参赛经验和较强的研发能力。

战队现拥有机械、电控、视觉、运营四大组，同时亦划分为英雄、工程、步兵、平衡步兵、哨兵、空中（包括空中机器人和飞镖机器人）六大车组。自 22 赛季战队重建管理制度起，现队伍已拥有基本完善的管理制度，包括进度管理制度、财务报销制度、招新制度、答辩制度等。

在技术积累方面，战队主要以视觉和算法见长，在保证机械电控基本功能、重点突破关键技术点的基础上，大力发扬视觉技术优势是我们贯彻多年的核心思路。

1.2 目标细则

1.2.1 赛事目标

WMJ 战队在 21 赛季高校联盟赛西北站和山东站斩获双冠，并在 23 赛季高校联盟赛 3v3 对抗赛中也取得了一亚一季的成绩。联盟赛赛场环境相对简单，视觉、算法的发挥空间极大，结合我队机械电控较为稳定、以视觉算法见长的情况，我们认为应以至少一个站点夺冠为目标，保底目标为四强以上。

在超级对抗赛中，技术突破越来越迅速，老牌队伍的地位依旧不可撼动，同时也有着越

来越多的新队伍崭露头角，我们面临着更大的挑战。在上赛季中我们遗憾止步分区赛 32 强而最终无缘国赛，这对战队来说是一个沉重的打击。在充分吸取了 23 赛季的教训和一些参赛队伍的经验后，我们结合战队的技术积累和本赛季的人力资源，认为在 24 赛季区域赛中应制定达成四强的目标和晋级国赛的保底目标；对于全国赛而言，理想目标为冲击八强，突破我们的历史最好成绩。

1.2.2 研发目标

机械方面，本赛季核心突破点主要为机械臂工程、小散布英雄云台和多样化步兵底盘。本赛季将由两名经验丰富的队员分别负责机械臂工程和小散布英雄云台的研发，旨在能够快速实现矿石兑换，并大幅提高英雄狙击命中率。同时战队将拓展研发广度，尝试大规模研发全向轮、舵轮甚至两舵两全向底盘，并对比与麦轮的优劣，从而选择性能更加优秀的底盘方案。

电控方面的研发核心依然为轮腿平衡步兵和功率板方案。上赛季中涌现了更多优秀的轮腿平衡步兵，我们将基于已有基础进一步完善轮腿平衡步兵，力求追赶顶尖水准；同时继续对自研的功率板进行迭代和优化，在保证稳定性的同时进一步发掘其效率。

视觉方面，本赛季的研发重点为雷达、全向感知和哨兵决策模型。在过去赛季中我队雷达研发落后于其他队伍，而本赛季中，雷达得到了加强，需要拥有稳定的定位与决策功能；我队哨兵已经具有较为稳定的定位和导航基础，在感知上可以进一步提升，研发全向感知技术可以为哨兵的导航、决策提供更好的基础。

研发目标规划详见后文第 2.2 节与第 2.3 节。

1.2.3 管理目标

战队今年汲取以往赛季管理失败教训，首先要解决的一个问题是进度把控问题。上一赛季中由于进度监管不够严格等问题导致进度失控，最终缺少测试和训练的时间。本赛季中战队将每周召开全体例会，各车组的进度需要在例会上汇报，并通过手写公示板和飞书多维表格公示。管理层会不定期进行线上或线下督促，在规定时间内节点前也会加强督促力度，力求完成既定进度的顺利推进。

在梯队队员培养方面，战队已拥有较为完善的招新考核与培训方案，队伍在本赛季将会贯彻往年“宁缺毋滥”的原则。在通过招新考核之后的同学会作为预备队员加入队伍，并会经历为期约两个月的“实习期”，在此期间将来培养锻炼低年级队员并观察其能力和表现进行二次筛选。计划秋季与春季招新共最终保留新队员 15 人左右。

在战队规章制度方面，将继承上赛季的规章制度并加以完善和落实，尤其是财务报销制

度和答辩制度等重要制度。

在成果转化方面，战队在过去几年内已逐渐积累有大量技术和完整的文档报告，却没有产出与其等量的专利、软著等成果转化，这对全队队员的长久发展也造成了部分负面影响。因此，战队计划本赛季参加“挑战杯”和“互联网+”比赛，增加成果转化率，促进综合发展、交流和队员成果转化能力的培养。期望打磨 2~3 个较为成功的项目作为长线成果转化项目。

1.3 目标跟踪

为充分利用本赛季充足的人力资源，战队在 23 赛季新建立“队内中期考核”制度，并取得了明显的成效。赛季中战队将沿用“队内中期考核”制度，并提高考核指标。战队将在寒假放假前对各个车组的机器人进行考核，考核标准依据技术评审考核细则和车组技术研发要求综合制定并明确。未能如期完成考核要求的车组将被减少半数的正式队员参赛资格，并重新讨论车组技术方案和后续进度安排。被取消正式队员资格的队员可通过完成额外任务或春季备赛阶段的个人表现重新获得正式队员资格。

在进度控制方面，本赛季战队计划继续使用飞书作为管理工具，其在目标制定、任务追踪方面相比于 QQ 有显著的优势。目标是本赛季内将大部分战队管理事务由 QQ 平台转移到飞书，包括会议、公告、答辩、共享文档、进度规划、任务发布、物资管理等等。

2. 项目分析

2.1 上赛季项目分析经验

2.1.1 上赛季项目分析

2.1.1.1 机械组

(1) 解决下供英雄卡弹问题

随着比赛的不断发展，下供弹英雄已经成为一个趋于成熟的技术，在论坛中有着这种优秀的开源，如上海交通大学、华南理工大学等队伍的开源。在上赛季下供弹英雄的基础上，我们深入分析了卡弹的原因，同时与这些开源方案进行对比，通过不断更改链路结构、改变弹丸摩擦表面粗糙度等方法，最终优化了输弹管路的曲线减小弹丸运送时的阻力，同时改进拨弹结构，保证弹丸顺利进入输弹管路，最终完全解决英雄的卡弹问题。

(2) 机械臂工程

上赛季经过不断迭代和完善，研发出了一辆二级升降、单电机同步前伸、二级横移以及Yaw-Yaw-Roll-Pitch 构型机械臂的工程机器人。

上赛季中，工程机器人车组人员基本没有较大变动。在开始设计之前，由两位经验丰富的队员充分分析了各种方案的可行性并敲定了最终方案。机械结构的设计由一名经验丰富的研究生队员指导、参与，在此过程中工程组成员始终保持交流，能够集聚力量来应对设计过程中遇到的各种问题。在最后的装配、调试过程中，工程机器人组的队员团结一心，打破了技术组的壁垒，基本实现了流程全员参与，最终完成了研发任务，也使工程机器人也在赛场上达到了最低的预期。

(3) 轮腿平衡步兵

在上赛季的研发中，我们共设计了两版轮腿平衡步兵，第一版就是与哈工程类似的并联式轮腿平衡步兵，在调试过程中可以实现各种基本运动。随后我们对其迭代，分析、设计了一种串联腿的轮腿平衡步兵。

在研发过程中，轮腿平衡步兵的机械研发成员是一名大三的队员，此外负责普通平衡步的研发和普通步兵的迭代，任务量繁重。在轮腿平衡步兵设计、装配完成后，本负责调试的一名大四队员因毕业设计等原因延误了进度，而同时期队内又无法找到有相关调试经验的新人接手，导致整个进度延期。

2.1.1.2 电控组

(1) 轮腿平衡步兵

负责轮腿步兵电控的队员是大四的老队员，在上半学期完成理论验证和第一版并联腿的设计之后，在下半学期因毕业在即事务繁重，进度有延误，同时由于缺少沟通，未及时安排其他队员接手任务。

(2) 普通平衡步兵：

上赛季的预期计划里，轮腿平衡步兵是研发重点，而普通平衡步兵只是备用方案，未给予足够重视。在上赛季的平衡车上测试完新的控制算法后，在赛季中期普通平衡步兵的研发被搁置。直到临近比赛才迭代了一版。

(3) 功率板：

上赛季功率板的方案已经定型，但是在瞬时大电流等情况下偶尔会烧坏部分元件、导致板子无法正常工作。这赛季的计划是对功率板电路进行修改，增加保护电路。提高稳定性。但是由于队员经验不足等原因，最终任务还是在赛季中后段由老队员帮助实现。

(4) 能量机关：

上赛季能量机关的制作思路基本沿用 22 赛季 WS2812 灯带的方案，由于本赛季能量机关规则有过多更改，视觉击打需求在前期无法明确。中后期负责队员又要同时负责其他机器人的研发任务，在进度紧张的时候仍然对之前方案做出大规模修改。虽然解决了部分问题，但是更加影响了进度，造成最终视觉调试时间紧张。

2.1.1.3 视觉组

上赛季视觉组主要技术研发目标的完成度较高，反陀螺算法设计以及哨兵导航算法设计均达到赛季初的基本目标。其中，反陀螺算法的研发进度与效果优于预期，哨兵导航算法设计达成预期目标，经分析总结主要原因如下：

- (1) 战队对于该开发目标技术基础较弱，导致对该技术研发难度的认知不足，对未知领域研发目标制定偏保守。
- (2) 赛季初相关技术积累较少或完全没有，在底层技术基础学习上花费时间较多。
- (3) 得益于热点项目开源以及参赛队间经验分享，部分项目得以少走弯路快速上手。

2.1.2 经验总结

- (1) 本赛季应加强技术积累，扩展更广泛的技术面，很多技术的突破与奇思妙想来自跨学科跨领域的技术结合。解决问题时，需要观察把握现象，从现象中分析本质，再根据本质提出针对性的改进方案，而非根据主观判断随意修改，这样才可能提出合理的解决办法。

- (2) 本赛季应加强技术交流，各个技术组和车组之间要加强联系和沟通，否则容易出现因为任务交接不畅或者进度把握不清等问题而拖慢全员进程的情况；通过学习其他战队的优秀技术方案，融会贯通。站在巨人的肩膀上才能看得更远。
- (3) 本赛季应加强技术培训，争取尽早完成基础技术的学习，有更多的时间投入到实际技术应用的开发中。

2.2 规则方向性解读

2024 赛季相比 2023 赛季改动点不少，以下将按我们认为的重要性等级依序解读部分重要的方向性变化；针对具体兵种的规则分析详见第 2.3 节中各兵种规则分析。

(1) 性能与经验体系改版

本赛季最大的规则变动在于经验体系和性能体系，由于经验将直接影响机器人性能数值，故将二者放在同一部分中叙述。

在性能体系上，24 赛季将机器人等级上限设置为了 10 级，不同于以往赛季通过升级带来的属性阶跃提升，在本赛季中，属性提升将更加平滑；对于底盘属性，新赛季规则着重体现“优先”，在满级时功率与血量属性完全一致，二者的差异仅体现在基准值与增长速度上；对于云台，删除了“弹速优先”分支，基于保留的爆发和冷却云台也可以制定更多样化的战术布置。

在经验体系方面，经验的获取途径不再单一，而变得更加多样化。除击毁对方机器人外，还可以通过造成伤害、飞坡、发射子弹、激活能量机关等方式获取经验，这使得升级也更加容易。在各种获取经验的途径中，对敌方机器人造成伤害获取的经验占重要组成部分，一方面避免了打击至残血未击毁而无法获得经验的损失，同时也变相鼓励参赛双方进行更激烈的对抗。

(2) 赛场地图改动

24 赛季的另一重要改动为赛场的地图。在新赛季场地中，调整了一些坡路的坡度，降低了公路区平面的高度同时取消围挡，新增隧道，旨在提高对机器人通过性的要求。

在高地改动上，左侧高地的坡度增大，同时坡面有形状改变，登上高地难度增大，对机器人通过性和功率提出了更高的要求；“落凤坡”和公路区高度统一为 150mm，同时取消了公路区的围挡，通过跳跃或其他方式“登岛”可能成为新赛季的全新路线选择，对平衡机器人的控制、新型登岛新盘的研发做出了考验；新增了隧道地形，可以通过牺牲机器人尺寸来快速通过，以此来快速穿越荒地区与高地区，同样是对底盘通过性的新要求。

(3) 大能量机关

与 23 赛季相比，大能量机关在数值上作出了极大的提高，以高环数激活带来的增益足以一波结束比赛。激活大能量机关时不再侧重于速度，而在于准度，因此以高环数激活大能量机关成为了不可或缺的一项需求。这可以总结为如下两个方面：一是精准的弹道，二是快速而精确的解算和预测。如果算上有较大概率出现的打符被干扰的反制，最好能够实现在陀螺状态下激活大能量机关，这就对整体的发射精度也提出了更高的要求，包括机构的稳定性、云台控制的前馈等。

2.3 研发项目规划

2.3.1 英雄机器人

2.3.1.1 规则分析

与 2023 赛季相比，2024 赛季主要有以下改动与英雄机器人有关：吊射高地坡度变化，吊射基地与前哨站带来的经验奖励，攻击敌方机器人造成伤害的经验奖励，英雄机器人性能体系改变等。

总体而言规则变化不大。作为场上唯一可以发射 42mm 大弹丸打出高额爆发性伤害的单位，英雄还是作为核心伤害输出而存在的，但是一些机制的增减和改变却给英雄机器人的策略带来了新的思路。具体而言，我们认为目前的规则导向给了英雄机器人两种截然不同的设计和战术思路：

组织参与地面进攻

主动组织参与进攻的英雄机器人主要朝着灵活、轻快的技术方向发展，带领己方其他地面机器人组织大规模地面团战。通过击杀对方机器人拿下一血经验值奖励实现快速升级，随后继续通过击杀对方地面单位的方式稳固人数优势，在步兵的掩护下在较近的距离安全攻击前哨站，不断扩大经验、人数和建筑物血量优势从而最终获得胜利。

自动复活、远程兑换复活和远程兑换可允许发弹量机制给了英雄机器人更自由的发挥空间和更高的容错率，击打前哨站的经验奖励也给予了主动出击的行为更多的奖励，而平衡步兵和具有强大火力的哨兵也将给英雄机器人施加更多的压力。

远程吊射输出

进行远程吊射的英雄机器人主要朝着命中率、射程等技术方向发展，通过在吊射点远距离对敌方建筑物造成稳定伤害并避免接触正面战场，保证自身安全的同时获得建筑物血量优势，从而给予敌方更大的进攻压力。

2024 赛季哨兵机器人机制的改变将使得自主能力强大的哨兵成为我方组织进攻的强力威

胁，那么安全、快速地击毁敌方前哨站从而限制敌方哨兵行动的重要性也随之提高。另外，吊射点拥有非常开阔的视野和相对敌方机器人较为安全的距离，此外还有吊射点伤害奖励和经济奖励，如果能做到在远距离准确命中前哨站和基地，将获得极大的优势。

通过对两种方案的分析比较，结合目前战队英雄机器人研发进展情况和其他车组整体配合情况，我们认为主要选择参与地面进攻的研发方向更适合当前队伍的现状。在此基础上，逐渐发展高精度命中的相关技术，以扩大赛场战术储备。

2.3.1.2 功能需求分析

功能	目标量化	设计思路
高射程，弹道稳定，弹速稳定	仰角足够大，至少 60 度以上；10m,20m,25m 大弹丸散布 20cm 直径（三角装甲板）；16m/s 弹速最大波动 0.2m/s	测试并采取三摩擦轮结构
移动性能好，良好的场地通过性	陀螺下台阶不翻车；二级功率下能够飞坡；具有自适应效果；具有上台阶能力	使用连杆自适应底盘；进一步减重；设计上台阶机构，同时照顾整车重量，保证良好机动性
高机动性及高强度	速度快，重量轻，结构稳定，强度高，在尽量减重的前提下可以承受长时间的弹丸射击而不出现结构损坏；全车重量在 25kg 以内	减小车体总重量，合理进行板材减重，对管材选取合理壁厚和截面；尽可能降低各个转轴的转动惯量；用碳纤维板加强结构；利用有限元分析对碳板减重；减少不合理增重设计
对基地吊射能力	弹道稳定；pitch 轴和 yaw 轴足够稳定，对摩擦轮抖动具有良好滤波功能；图传应保证操作手对吊射结果可见	采用重力补偿机构；对两轴的电机控制分别给予良好动态特性；设计图传小云台，加装增倍镜，便于进行手动吊射
对前哨站自动瞄准	开局 30s 内用 8 发大弹丸击毁前哨站	使用数学建模和卡尔曼滤波器两套方案进行前哨站运动建模。

对敌自动瞄准	1~5 米范围内稳定识别敌方装甲板并跟随预测，命中率 75%以上，以具备良好的对地面单位进行输出的能力	使用深度学习方案进行识别，利用基于卡尔曼滤波器的预测算法进行预测
硬件连接稳定	对线缆加以合理外力不掉线	利用 PC 折弯薄壳制作保护；将主控超电等大模块绘制机械安装方式；对线缆合理约束
云台响应迅速	pitch 轴电机 7 分钟正常使用不触发过热保护；yaw 响应满足自动瞄准程序使用	改写 4310 逻辑；pitch 换成 4310 电机；加重力补偿或自锁机构

2.3.1.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	整车	在增加上台阶机构的基础上减轻重量和减小底盘
	地形适应	增加上台阶机构和底盘导轮，以便提高地形适应性
	自适应悬挂	采用分段式拉线自适应，更便于维护
	轮系	采用新版麦轮，侧板换成碳纤维材质，有更好的越障能力和机动性
	Yaw 轴	双边固定提高稳定性，使用 4310 电机，高扭矩以提高 Yaw 轴响应；侧置电机，为硬件保留更多空间
	发射机构	采用经过验证的三摩擦轮设计，提高弹道精度
	云台轴系	设计稳定的 pitch 和 yaw 轴系,防止发射过程中机械机构的抖动影响弹道稳定
	图传组件	为图传加装倍镜和 pitch 电机，便于手动吊射
电控	底盘功率	优化底盘限功率方案，提升英雄飞坡稳定性，进一步挖掘机械性能，保证稳定性、高机动性和爆发性
	发射优化	发射优化，使用三摩擦轮，进行数据测试，保证弹丸射速稳定，弹道精准

组别	改进对象	改进内容
	多地形能力	研发上台阶方案，确保多地形移动的稳定性及高机动性
	线路优化	优化提升英雄机器人走线规范
视觉	自动瞄准	通过头顶单目相机运行神经网络识别算法侦测全部可见的敌方装甲板并获得装甲板颜色标号和大小；利用基于卡尔曼滤波器的运动建模算法对目标运动状态进行建模，预测目标位置并解算击打点；视觉通过 PID 及 MPC 根据目标击打位置解算云台速度，通过 U 转 CAN 设备与电控通信控制云台；优化视觉吊射功能，辅助基地吊射
	反前哨站	通过神经网络识别算法，识别敌方前哨站旋转装甲板并通过数学建模或卡尔曼滤波器解算前哨站装甲板运动状态，自动判断前哨站转速，根据前哨站运动状态选择击打时机并进行坐标解算，发送目标云台位姿

2.3.1.4 研发进度安排

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	资金预估
底盘	4310 电机*1、3508 电机*4、加工零件、板材、3D 打印件、标准件，大型电滑环	机械 1 人 电控 1 人	设计底盘结构，完成底盘装配；学习底盘电路，连接并检查线路，学习底盘控制算法、修复代码问题。	4 周	6000
云台	GM6020 电机*1、3508 电机*2、陀螺仪、加工零件、主控、标准件。	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	设计云台结构并完成装配；学习云台硬件电路，完成云台的 PID 前馈优化，尝试选择最佳相机安装位置。	4 周	4000

发射机构	3D 打印件、板材、复写纸、42mm 大弹丸若干、42mm 弹丸测速模块。	机械 1 人 电控 2 人	弹仓优化、弹路整体件设计、拨弹优化、防空弹逻辑编写、防卡弹逻辑编写，射速稳定改善。	整 赛 季	3000
自动识别	miniPC，高帧率工业相机，可供调试的完整机器人、短焦镜头等。	视觉 1 人 电控 1 人	完成神经网络识别算法的优化、研发稳定基本版本反前哨站算法、优化反前哨站算法，迭代反陀螺算法、各模块功能进行压力测试，寻找潜在问题并解决。	整 赛 季	5000

2.3.1.5 资源需求分析

（一）场地需求

场地	用处
13°坡、15°坡、盲道、飞坡场地、台阶场地及平地场地	测试英雄机器人在各种地形的运动和越障能力。
带有旋转装甲板及顶部装甲的前哨站	测试英雄机器人反前哨站以及吊射能力。
带有顶部装甲的基地	模拟远程吊射。

（二）物资需求

设备	用处
3D 打印机	打印制作枪管、预制等来验证方案的可行性。
数控机床	加工一些简单零件和板材件
4310 电机、3508 电机、2006 电机	云台 Yaw, Pitch, 摩擦轮，上台阶机构以及底盘电机。
装甲板等裁判系统	模拟进攻，实战测试。
靶车	测试自瞄和反陀螺。
42mm 弹丸	英雄机器人弹丸散布测试。

复写纸	弹道检测。
-----	-------

2.3.1.6 人力资源分析

英雄机器人作为主要输出单位，无论是在发动进攻还是后方吊射都处于核心地位。在研发过程中的技术突破对人员的各种要求都很高，本赛季队员需要不断进行技术突破和新技术的学习，解决上赛季已有功能出现的问题，拓展下赛季的关键技术，与此同时，做好对新队员的培训，使队员尽快进入技术研发队伍，做好传承工作，防止技术断代。

技术组	姓名	主要工作
机械组	陈纳川	英雄机器人机械设计；对设计的运动部分和结构部分进行合理性检验；购买零件并进行车体装配；配合电控组进行调试；对测试过程中损坏的部分进行维护；分析比赛需求与机械可优化部分，对现有机器人进行迭代升级。
机械组	刘明节	学习英雄机器人相关设计经验，辅助设计机器人，辅助车体装配，对部分运动机构和模块进行测试，对机器人进行实战测试
电控组	王翔	设计制作相关电路板，维护调整底盘及云台代码，优化控制算法，改进英雄走线方案，完善英雄限功率方案，升级操作手感及 UI 界面，测试英雄机器人各项功能。探索创新技术，寻找技术突破点，英雄机器人日常维护及新方案设计等。
视觉组	李铭典	维护并继续研发神经网络识别算法，减小远距离识别前哨站旋转装甲板误差；提高装甲板角度准确度，以基于数学建模和卡尔曼滤波器的反前哨站算法，提高击打前哨站旋转装甲板命中率；优化反陀螺算法和英雄机器人发射逻辑，提高操作手手感；研发维护视觉狙击模块，提高远程狙击稳定性；研发 MPC 控制模型，提高云台响应速度；维护英雄机器人视觉代码主仓库。

2.3.2 工程机器人

2.3.2.1 规则分析

本赛季工程机器人相关改动较少，我们将其总结为以下几个方面并逐条对影响进行分析：

- (1) 大资源岛改版，空接不再存在；大资源岛的矿石不再由一定高度处下落，而是直接摆放在资源岛内部，在表面空接需求将不复存在；而将资源岛内部放置的金矿石取出至

少需要两个方向自由度的机构运动，且空间及其狭窄，金矿石的获取更加困难。

- (2) 最大兑换等级下的兑换难度增加；在 5 级的兑换难度下，兑换槽出现负角度，对兑换机构的自由度、操纵性都提出了新的要求。
- (3) 矿石兑换的经济与兑换时间挂钩；矿石兑换的经济与兑换时间相挂钩，若兑换时间过长，获取的经济将降低，旨在鼓励参赛队伍为提高兑换速度而对自动兑换、自定义控制器深入研发。
- (4) 最大伸展尺寸增大；最大伸展尺寸增加，主要体现在伸展高度增加，空接已经取消，理论来说并不需要增加最大伸展高度，故我们认为这一改动是在鼓励机械臂研发。
- (5) 兑换区内工程机器人获得 100%防御增益；兑换区内工程机器人不会受到伤害，保障了工程机器人的安全和稳定的经济获取。
- (6) 新增隧道地形。新增了隧道地形，在机械臂折叠的情况下理论上可以通过，从而可以快速到达资源岛以此来优先获取金矿石。

2.3.2.2 功能需求分析

功能	需求分析	设计思路
地形通过性	能顺利通过赛场上 15 度的斜坡，实现登上环形高地，驱逐在环形高地上攻击基地的敌方步兵机器人	设计独立悬挂式麦克纳姆轮底盘。底盘高度可适当降低，以此降低底盘重心，降低工程机器人在快运动时的翻车概率。
获取金矿石	能获取大资源岛内部的金矿石并放回到储存机构内	大资源岛内部空间狭窄，基本只能使用吸盘获取；获取金矿石需要两个自由度的运动，为高效获取金矿石，我们将设计一个独立的金矿石获取机构，可将吸盘深入槽口内与金矿石接触，并快速将其提起、收回。
获取银矿石	能获取小资源岛内部的金矿石并放回到储存机构内	小资源岛上方空间空旷，银矿石获取难度相对较低，我们计划研发一版六轴机械臂来同时完成银矿石获取和兑换工作。
储存矿石	获取矿石后能稳定储存矿	在底盘固定位置安置吸盘，将已获取的矿石放

功能	需求分析	设计思路
	石，不会因快速移动而脱落且位置固定	置于吸盘上来增加其稳定性。
兑换矿石	能够将矿石存储机构内的矿石拿出，并完成各个兑换等级下的兑换	高兑换等级下兑换站有六个自由度，传统的框架式机构不便于完成兑换，故我们计划研发一版六轴机械臂来同时完成银矿石获取和兑换工作。
视觉快速兑换	需要识别兑换站位姿后进行兑换	上赛季直接使用传统识别和简单 SolvePnP 出现跳变问题，本赛季决定使用深度识别算法识别兑换站的四个角点，通过双目测距计算兑换站的四个角点的位置信息，以此来解算出位姿信息和兑换站中心点的位置。

2.3.2.3 改进方向

改进对象	改进内容	期望效果	较之前的优势
六轴机械臂	设计 y-p-p-r-p-r 构型的六轴机械臂	可完成各个等级下的兑换	控制上更加直观。
金矿石获取机构	设计二自由度金矿石获取机构	可以快速、高效的获取大资源岛内的矿石	可进入狭窄空间，并在流程上更加简洁。
存矿机构	设计吸盘式存矿机构	可储存三个矿石，并在快速移动时保证矿石不掉落	矿石储存量增加，且空间占用率低。
自动流程	优化状态机流程，增加稳定性	实现稳定、高效的小资源“三矿连取”和大资源岛的取金矿	增加自动流程的稳定性。
机械臂控制	电机的控制模式，以及机械臂的解算	机械臂能够顺滑地实现姿态的改变，并准确地对不同的	提高了获取以及兑换矿石的效率。

改进对象	改进内容	期望效果	较之前的优势
	算法	姿态做出相应	
人机交互	优化与操作手的人机交互，使操作手更易操控机器人，完善客户端的自定义UI，显示工程机器人状态	测试更复杂的动态UI，为之后编写上场的UI做准备 优化键位，使工程机器人操作更简单	更合理的显示工程机器人状态，优化和简化键位。
线路设计	优化线路的连接以及布局模式	线路可靠，稳定性强，便于维修和检查	提高了机器人的稳定性，保障了功能的正常实现。
视觉兑换	使用深度识别并通过被动双目测距来解算位姿	操作手可以一键兑换	避免了姿态跳变，并且测距更加准确。

2.3.2.4 研发进度安排

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	资金评估
底盘	M3508 电机*4、麦克纳姆轮*4、3D打印件、铝材、板材、标准件	机械 1 人 电控 1 人	设计底盘结构，进行部分材料的加工，完成底盘装配；学习底盘电路，连接并检查线路，学习底盘控制算法、修复代码问题。	2 周	4000
六轴机械臂	8009 电机*3、4310 电机*3、3D 打印件、铝材、板材、标准件、真空泵、吸盘	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	确定机械臂构型，完成六轴机械臂结构设计，并完成装配；学习机械臂仿真算法并编写机械臂控制方案；完成走线，进行机械臂的调试和路径规划；利用模式识别或深度学习来识别兑换站位姿，并将矿石调整到合适的姿态。	8 周	17000

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	资金评估
存矿机构	M3508 电机*2、直线滑轨滑块、3D 打印件、铝材、板材、标准件、真空泵、吸盘	机械 1 人 电控 1 人	确定存矿机构构型，完成存矿机构的结构设计，并完成装配；完成线路布置并编写控制代码。	2 周	3500
自动流程	完整功能的工程机器人、大资源岛、小资源岛、兑换站	电控 1 人 视觉 1 人	设计大资源岛、小资源岛、兑换站、空接状态机并完成测试；进行大量整车测试 1，发现问题并及时改正。	8 周	2000

2.3.2.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处
大资源岛并实现状态指示灯和自动释放装置，小资源岛。	测试工程机器人采矿性能和稳定性。
具有多个自由度的兑换站，并完全模拟官方灯效。	测试工程机器人兑换自动流程的性能和稳定性。
30° 坡道、35.5° 坡道、17° 坡道、盲道。	测试工程机器人救援步兵和英雄机器人的能力。

(二) 物资需求

物资	用处
M3508 电机	底盘电机、存矿机构电机
DM8009 电机	机械臂关节电机
DM4310 电机	机械臂关节电机
装甲板、电源管理灯裁判系统	裁判系统，满足检录要求
真空泵	吸盘方案产生负压吸取矿石
吸盘	吸盘方案吸取矿石

物资	用处
realsense 深度相机	取矿对位
金银矿石（至少三个）	测试取矿性能

2.3.2.6 人力资源分析

工程机器人在本赛季中仍是获取经济的核心单位，其对矿石的获取、兑换有着至关重要的作用。本赛季需要现有队员消化吸收工程机器人的研发流程，且进行各个方向的模块测试，为中期视频和之后整车的开发做好技术积累。

（一）机械分工

工程机器人机械结构设计，对设计机构进行答辩审核，购买零件并进行车体装配；配合电控组进行测试，对测试过程中损坏的部分进行维护，分析机械问题并提出解决问题进行迭代。

（二）电控分工

电路板设计，印制原件采购焊接维护；控制代码编写，烧录维护改进优化及整车测试。编写工程机器人键位和自动流程状态机。

（三）视觉分工

识别矿石位姿，实现自动对位、自动姿态调整等。

技术组	姓名	主要工作
机械组	龙科宇	开发工程机器人底盘机构、机械臂和存矿机构。
电控组	倪煜乔	编写工程机器人底层模块状态机、机械臂控制模块。
视觉组	侯博森	识别矿石位姿，实现自动对位、自动姿态调整等。

2.3.3 步兵机器人

2.3.3.1 规则分析

与 2023 赛季相比，2024 赛季主要有以下改动与步兵机器人有关：

- (1) 增加了隧道，并且改变地形坡度，取消控制区，补给点改为一个。
- (2) 等级体系改变。
- (3) 兑换站最大允许补弹量减少。
- (4) 射速上限固定为 30m/s。
- (5) 大小能量机关激活收益调整。
- (6) 增加半自动机器人。

首先，兑换站最多提供 400 弹丸，对步兵机器人的载弹量提出很高要求，半下供云台及 yaw-yaw-pitch 构型的云台被列入设计考虑，尽量在场上不补给弹丸。其次，小能量机关激活后想要利益最大化，就要积极发动进攻以获取更多的经验值。以及大能量机关环数在 40 环以上收益极高，所以，本赛季对激活大能量机关的能力要求很高，发射和解算的精度必须尽可能提高。对于半自动机器人，虽然可以获得高额经验，但是稳定性与决策能力较难提高，所以不当成赛季主要任务推进。最后，步兵作为场上最主要的对敌作战单位，要发挥它的灵活性，飞坡，过隧道等是重要的战术选择，同时增加操作手舒适度。

我队普通步兵机器人云台现存在两个设计方向分支：其一是 yaw-yaw-pitch 构型的云台，其二半下供云台。对于前者，可以最大的提高云台响应速度，可以更好的配合单目相机和深度学习识别方案以最大化其中近距离交战能力。对于后者，在满足一定载弹量的同时，可以尽可能的减少云台的高度，满足过隧道的需求。对于底盘也有两个设计方向分支：其一是两舵两全向底盘，其二是自适应全向轮底盘。对于前者，两舵两全向，每个方向都是最大功率方向，减少功率浪费，对比四舵，减少两个舵电机，减重的同时可以减少两个舵电机的功率，依旧具备较好的通过性。对于后者，自适应底盘保证底盘的通过性，小陀螺速度高，保证生存能力。

2.3.3.2 功能需求分析

功能	需求分析	设计思路
灵活移动	缩减底盘尺寸，将常规步兵的底盘重量控制在 14kg 以内。经过盲道和越障时，云台抖动小。	通过使用自适应全向轮或两舵两全向加舵下悬挂。调整空间布局以减小整车质量，使用不同劲度系数的弹簧以保证车体在变速运动时的稳定性及对不同路况的适应性。
精确射击	7 米弹道散布一块小装甲内，射速稳定，22Hz 以上射频。	优化摩擦轮、预置等，以对远距离目标精准射击；更改拨弹盘出弹口结构，以提供高速且稳定的射频不卡弹。
射速稳定	不会超射速，也不会出现明显掉速，射速稳定在合理区间。	采用温度反馈方案，利用摩擦轮电机回传的温度，并拟合温度-摩擦轮转速曲线。
功率控制	对不同功率上限的精准功率控制，不烧功率板。	优化限功率算法，合理控制底盘，完善底盘控制代码。继续推进功率控制板的研发及优化。
精准	提高云台的响应速度和精准度，	通过增加云台控制前馈并设计更准确的控制模型以替

功能	需求分析	设计思路
响应	避免在陀螺旋转时出现稳态误差以影响自瞄位置。	代 PID 调参的传统方法，达到更精准的控制效果。
自动瞄准	7 米范围内稳定识别敌方装甲板，对敌方运动模式进行估计和预测。	使用传统识别和深度学习两套方案，侦测敌方灯条，进行匹配和数字识别筛选出目标；对目标装甲板运动建立 CA 模型，利用卡尔曼滤波器估计并预测击打点。
反小陀螺	在敌方小陀螺状态下实现预测和打击。	通过整车建模对敌方装甲板位置进行记录，并预测装甲板位置。
能量机关激活	能够稳定识别能量机关，在陀螺状态下 4 秒之内激活能量机关。	通过传统识别检测扇叶并使用双目测距以获得更精准的测量数据，采用多参数拟合三角函数等方法去尝试求解目标角度的精确方程。

2.3.3.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	底盘	加小导轮，防止下台阶翻车。重新设计整车框架，通过压缩整体布局在原本尺寸上进行缩减，可以通过隧道，同时减小整车质量。需要测试新底盘各个部位的结构刚性是否能够满足比赛强度。
	轮系	重新设计轮系结构，使用自适应全向轮或两舵两全向加舵下悬挂，提高越障能力，减少空间占用。寻找轮系铸件出图时的合适公差，形成稳定可靠的标准。
	Pitch 轴	尝试使用 4310 电机，设计合适结构保证电机同轴度。
	云台	设计新版云台结构，合理利用云台相机两侧空间，满足电控走线要求。缩短云台长度，减轻整体质量。
电控	底盘功率限制	优化限功率算法，保证机动性并继续推进功率控制板的研发及优化。
	射速优化	采用温度反馈控制摩擦轮转速，从而使射速稳定在更小的区间。
	云台控制优化	优化 Pitch 轴限位方式，增加 Yaw 轴和 Pitch 轴控制前馈，减小因重力，摩擦等引起的稳态误差。
视觉	自动瞄准	优化装甲板单目测距，提升远距离识别的精准度；改良深度学习算法，提高

组别	改进对象	改进内容
		深度学习模型的精准度。
	能量机关 激活	优化传统识别的逻辑与算法，同时寻找新的能量机关转动方程的解算方案，提高对于目标方程参数解算的精度，尤其是角频率分量。

2.3.3.4 研发进度安排

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时 评估	资金 预估
底盘	GM6020*1、3508*4、加工件、板材、3D 打印件、标准件	机械 1 人 电控 2 人	底盘结构，完成底盘装配，设计底盘电路，编写底盘控制算法	4 周	5000
云台	GM6020*1、4310*1、3508*2、2006*1、陀螺仪、加工零件、标准件、相机、miniPC	机械 1 人 电控 2 人	设计云台结构并完成装配，设计云台硬件电路，完成云台的PID控制算法的编写和优化。	4 周	3500
发射机构	3D 打印件、板材、复写纸、17mm 小弹丸若干、17mm 弹丸测速模块	机械 1 人 电控 2 人	设计发射机构测试摩擦轮各方案摩擦轮电路控制。	整赛季	2750
自动瞄准	miniPC，高帧率工业相机，可供调试的完整机器人、短焦镜头等	视觉 1 人 电控 1 人	熟悉装甲板识别、控制代码，有参数整定的经验。	整赛季	6550
能量机关识别	可供调试的完整机器人、能量机关场地、17mm 弹丸若干、miniPC 等	视觉 1 人 电控 1 人 机械 1 人	了解基本图像处理算法、常见的信号处理方法，能够及时发现并解决测试过程中出现的问题。	5 周	2000

2.3.3.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处
30°坡道、20°坡道、17°坡	测试步兵机器人在各个地形的运动和越障能力。

道、盲道	
具有保护的飞坡测试场地	测试步兵机器人飞坡性能。
能量机关	模拟能量机关击打。

(二) 物资需求

设备	用处
3D 打印机	进行机器人上的塑料零件的制造。
小型 CNC 雕刻机	进行机器人上金属加工件、金属板材和碳纤维板材的制作。
激光切割机	进行机器人上亚克力等板材的制作。
靶车	测试自瞄性能。
17mm 弹丸	弹丸散布测试。
各类必需工具，如复写纸、各种用于加工的原材料	解决后续装配和维护过程中出现的问题。

2.3.3.6 人力资源分析

步兵机器人在比赛中的任务和要求与以往基本没有变化，但是对我们战队而言仍然存在提升的空间，需要车组成员们再接再厉，继续提升步兵机器人的性能，使其在赛场上拥有更好的表现。

(一) 机械组

根据以往的技术积累和新赛季的任务需要，对步兵机器人整车进行迭代，完成零件的加工和车体装配，并在后续的调试过程中完成维护的工作。

对当前机器人进行性能测试、记录和分析，为下一步迭代提出方案，进行测试并优化。

(二) 电控组

硬件方面：负责机器人需要的电路板设计、元器件采购及后续焊接和维护。在前期与机械组对机器人的线路布局做好提前规划并负责后期对机器人进行走线。

嵌入式方面：优化代码架构，完善步兵底盘和云台的各项功能，开发应用新算法、新技术以提升平衡步兵的性能，实现更优的控制效果。

（三）视觉组

对于上赛季代码进行改进，提高基础功能（包括自瞄、控制等）的鲁棒性，尤其是优化能量机关激活方面的算法精确性。

技术组	姓名	主要工作
机械组	朱弘一	设计半下供云台，完成零件的加工和装配。
机械组	钟炳鸿	设计两舵两全向底盘，并负责步兵后续调试过程中的维护工作。
电控组	胡浩然	完成机器人电路板设计、元器件采购及后续焊接和维护；优化机器人控制和解算算法。
电控组	常亦婷	普通步兵调试，维护与功能优化改进。
视觉组	李科霆	维护步兵视觉代码。

2.3.4 平衡步兵机器人

2.3.4.1 规则分析

与 2023 赛季相比，2024 赛季主要有以下改动与平衡步兵机器人相关：

- (1) 最多上场 1 台平衡步兵机器人。
- (2) 新增半自动控制方式。
- (3) 补给站尺寸更新。
- (4) 调整高地区的位置和尺寸，新增隧道地形，取消障碍块。
- (5) 在隧道时，平衡步兵机器人可不满足平衡步兵的定义。
- (6) 公路区调整，飞坡间距延长。
- (7) 更改了步兵机器人的数值成长规则，消除了平衡机器人的数值优势
- (8) 平衡步兵机器人额外经验增益。
- (9) 完全开放了远程兑换弹丸机制。
- (10) 调整能量机关相关增益。

平衡步兵上场数量限制了多平衡步兵机器人的成长属性压制策略，对平衡步兵机器人的单兵作战能力和战术运用提出了更高的要求。

由于场地和机制多个方面的变化使得比赛节奏加快，半自动机器人可能导致比赛中期出现等级压制。后期机器人性能参数趋同，能量机关的增益可能会成为比赛的决胜点。

平衡步兵失去了数值上的优势，但获得了经验成长的加成。机器人满级后会有巨大参数提升，所以使平衡步兵在前期需要频繁的取得战果，获得经验，尽快达到满级。

权衡过隧道对机器人尺寸以及性能的影响。开放了远程兑换弹丸机制，比赛中减少乃至不进行补弹操作，考虑下供弹云台构型。

合理利用平衡轮腿机器人的跳跃属性，实现快速机动，越过部分轮式机器人无法通过的地形，用于实现部分战术。由于平衡步兵具有侧向无敌的属性，可以考虑使用平衡步兵激活能量机关，减少敌方机器人对我方打符的干扰。

2.3.4.2 功能需求分析

(一) 平衡机器人特性分析：

核心参数	符号	具体影响
质心与地面接触点的距离	l	l 越大，则产生的驱动力越大，机器人加速与减速就越快，运动能力越强，但同时控制的裕度越小，越难实现稳定可靠的控制。
地面接触点与车体前沿的最大角度	α	α 越大，则产生的驱动力越大，机器人加速与减速越快，运动能力越强，但同时倒地后重新起立所需要的扭矩越大，容易造成前后倾倒翻车。
车体质量	m	车体质量与平衡步兵机器人的整个控制过程和参量有着不可分割的关系。

(二) 技术方向分析：

技术方向	质量块轮式平衡步兵机器人
优势	<ol style="list-style-type: none"> 1.运动能力强大； 2.没有像轮腿机器人那样巨大的关节电机和腿本身的质量，经济并高效； 3.通过调整质量块的位置，可在一定程度上使机器人在加速与减速时不发生前倾和后仰。

劣势	<p>1.质量块想要发挥更大的作用需要使用更大质量的质量块和更长的运动行程。对于平衡步兵机器人而言是难以实现的；</p> <p>2.同时它也不具备如轮腿机器人所具备的主动悬挂滤震，通过变形、跳跃等功能实现战略价值的功能。</p>
分析结论	投入全部精力研究此技术方向对我们而言并非一个明智的选择。

技术方向	共轴麦轮式平衡步兵机器人
优势	可以给机器人带来横向移动的能力。
劣势	<p>在横向运动时极易被盲道阻挡；</p> <p>由于麦轮的结构导致转动过程中与地面接触时不平滑的，这导致控制由些许离散，与普通平衡步兵相比平衡控制更加不平滑。</p>
分析结论	这类平衡步兵机器人不在我们的考虑范围内。

技术方向	轮腿式平衡机器人
优势	<p>1.可以使用腿来配置轮子与地面的接触点，在不改变机器人重心和车体与地面倾角的前提下可以实现极强的运动能力；</p> <p>2.通过控制腿长，可以实现主动悬挂滤震、跳台阶、稳定下台阶和飞坡等功能；</p> <p>3.哈尔滨工程大学关于轮腿平衡步兵机器人控制算法的开源大大降低了轮腿平衡步兵机器人的研发难度。</p>
劣势	轮腿机器人控制器过于复杂。
分析结论	本赛季我们决定将平衡步兵机器人的研发重心放在轮腿式平衡步兵机器人上。

根据以上的分析，我们结合上赛季的设计趋势和对本赛季规则的理解分析本赛季的需求，并针对其提出设计思路。

功能	需求分析	设计思路
精准射击	7m 弹道散布在一块小装甲以内，射速稳定，射频达到 22Hz 以上。	进一步优化枪管设计，以实现远距离目标精准射击；改善拨弹盘与枪管连接部分的结构，以提供高速且稳定的射频。

功能	需求分析	设计思路
快速移动	简化结构，缩小机器人体积，将底盘重量控制在 14kg 以内。	舍弃电机串联轮腿的方案而采用电机并联轮腿，合理化布局底盘结构，减少冗余用材。
根据需要 进行变形	需要有合理的腿部设计来使机器人拥有足够的变形尺寸，以实现跳跃台阶、站立等功能。	结合电控的控制和解算算法，使用基本力学和运动学原理，对连杆参数进行计算，求取最优值作为轮腿连杆的参数。
自主瞄准	与步兵机器人一致，可参考第 2.3.3.2 节。	
反小陀螺		
能量机关 激活		

2.3.4.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	Yaw 轴	减小 Yaw 轴模块体积和旋转半径，简化设计，进一步使零件减重孔合理化，在保证 Yaw 轴强度的基础上进行轻量化设计。
	云台	调整云台构型，提高空间利用率，减小云台重量和体积以减小转动惯量。同时优化弹舱开关等设计细节和细小机构。
	轮腿连杆	优化计算方法，不断计算、测试和迭代，直至寻找出两岸参数的最优解。同时优化连杆的连接和排布设计，简化结构。
	底盘	选择适配于电机串联轮腿式平衡步兵机器人的底盘结构，保证稳定的基础上进行最大化结构简化。
电控	控制算法	底盘采用 LQR、VMC 等算法，实现优雅精准的轮腿控制，适应飞坡、盲道等多种场景；云台 Pitch、Yaw 轴控制算法中加入前馈控制，使运动过程中云台更平稳，给视觉的辅助瞄准及能量机关算法平台更加稳定；射速控制中引入温度、反馈等因素，使射速更为稳定，射击更加精准。
	操作手 UI	重点着眼于人机交互性与赛场体验性，使操作手自如发挥，更方便地了解自身状态及场内信息。
	底盘功率	优化功率限制代码，实现能量高效利用，保证机动性，提高战场生存能力。

组别	改进对象	改进内容
	控制	
	底盘控制 硬件集成 优化	将数控电源、继电器统一为功率板模块，提高底盘硬件集成度，减轻步兵重量。
	滑环模块 化	取消 KF 端子连线，将滑环线连接方式改为插线连接，使滑环线独立于滑环板，减轻拆滑环的难度与工作量。
	走线与模 块连接	设计统一的走线规范，便于排查问题，同时减轻走线难度，节约工时。
视觉	能量机关 激活	在能量机关击打方面，平衡步兵应承担部分相关功能实现与调试，在识别准确度，弹丸弹道精确度方面做更多调试。
	自主瞄准	在攻击敌方机器人方面，高射速带来更远的击打范围，这对视觉远距离识别的准确度提出了挑战，在设计调试识别功能时应优化小目标的检测能力，以充分利用平衡步兵性能优势。

2.3.4.4 研发进度安排

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时 评估	资金 预算
底盘	GM6020*1、MG8016*4、 MS9025*2、加工零件、板材、 3D 打印件、标准件	机械 1 人 电控 2 人	机械人员具备底盘的设计、装配和测试能力与经验；电控人员能够设计底盘电路，编写底盘控制算法。	3 周	20000
云台	GM6020*1,3508*2,2006*1, 陀螺仪、加工零件、标准件、 相机、miniPC	机械 1 人 电控 2 人	设计云台结构并完成装配，设计云台硬件电路，完成云台的 PID 控制算法的编写 和优化。	4 周	3500
发射 机构	3D 打印件、板材、复写纸、 17mm 小弹丸若干、17mm 弹 丸测速模块	机械 1 人 电控 1 人	设计发射机构，测试摩擦轮各方案，进行摩擦轮电路控制。	整赛 季	2750

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	资金预算
轮腿 连杆	板材、标准件、加工件、 GM6020*2, 测试平台	机械 1 人 电控 2 人	具备力学和运动学的基础知识, 具备一定的计算能力, 能够对参数进行计算优化。	2 周	1200
自动 识别	miniPC, 高帧率工业相机, 可供调试的完整机器人、长焦 镜头等	视觉 1 人 电控 1 人	熟悉装甲板识别、控制代码, 有参数整定的经验。	整赛 季	6550

2.3.4.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处
30° 坡道、20° 坡道、 17° 坡道	测试平衡步兵机器人的爬坡能力和复杂地形的姿态稳定性。
有保护功能的飞坡测试 场地	测试平衡步兵机器人飞坡性能。
盲道	测试平衡步兵机器人的主动悬挂性能。

(二) 物资需求

设备	用处
3D 打印机	进行机器人上的塑料零件的制造。
小型 CNC 雕刻机	进行机器人上金属加工件、金属板材和碳纤维板材的制作。
激光切割机	进行机器人上亚克力等板材的制作。
靶车	测试机器人自瞄性能。
17mm 弹丸	用于发射机构的测试和其他日常测试训练。
各类必需工具, 如复写纸、 各种用于加工的原材料	解决后续装配和维护中出现的问题, 用于零件的制作。

2.3.4.6 人力资源分析

相较于 2023 赛季所研发的串联轮腿式平衡步兵机器人，本赛季计划研发的并联轮腿式平衡步兵机器人没有较大的技术难点，但其在功能和性能上都具有一定的提升空间，需要也值得投入较多精力进行研发，因此需要负责的同学具有较强的责任心、学习能力以及对待设计具有严谨的态度。在团队条件允许的情况下，建立合理的人员架构，保证技术的更新和传承。

（一）机械组

需要结合电控的控制算法和基本力学和运动学原理进行轮腿结构的计算和设计，求解最优方案，同时设计平衡步兵机器人整车的设计和迭代，完成零件的加工和车体装配，并在后续的调试过程中完成维护的工作。

对当前机器人进行性能测试、记录和分析，为下一步迭代提出方案，进行测试并优化。

（二）电控组

硬件方面：负责机器人所需电路板设计、元器件采购及后续焊接和维护。在前期与机械组对机器人的线路布局做好提前规划并负责后期对机器人进行走线。

嵌入式方面：优化代码架构，完善平衡步兵底盘和云台的各项功能，开发应用新算法、新技术以提升平衡步兵的性能，实现更优的控制效果。

（三）视觉组

对于上赛季代码进行改进，提高基础功能（包括自瞄、控制等）的鲁棒性。

技术组	姓名	主要工作
机械组	朱弘一	负责平衡步兵机器人的整体设计、迭代和维护工作，负责轮腿结构的研发、计算。
电控组	王浩柠	负责平衡步兵的研发和新技术的实验，调试和维护平衡步兵。
电控组	钱卫	负责平衡步兵的研发和新技术的实验，统筹组内的进度安排和其他事务，调试和维护平衡步兵。
视觉组	刘文博	负责平衡步兵视觉功能调试与维护。

2.3.5 哨兵机器人

2.3.5.1 规则分析

本赛季规则中，哨兵机器人相较上赛季的变化主要体现在以下几方面：

- (1) 接受云台手控制信息的成本增加，全自动控制的优先级上升。
- (2) 由于场地尺寸与分布的修改，哨兵机器人巡逻区位置发生扩展，使更加灵活的哨兵机

器人后期活动范围增大。

- (3) 哨兵机器人生命回复，复活机制的改变使得哨兵后期生存压力增大，更容易成为敌方战术针对点，预计围绕哨兵开展的攻防战会更加频繁激烈。
- (4) 哨兵机器人发弹量机制，补给机制，离开巡逻区惩罚机制的改动使更加灵活多变的哨兵机器人拥有更高的上限。
- (5) 随着经验体系的改动，地面交火的收益增加，通过哨兵机器人前期无敌与属性强势前压，形成优势团战能为己方带来较大的经验属性优势。
- (6) 随着赛事整体哨兵机器人技术成熟度的提高，更加稳定的哨兵机器人会在比赛中担任更加重要的战术地位，发挥更为重要的作用。
- (7) 随着雷达机器人的增强，哨兵机器人与雷达的联动作用被进一步放大，雷达辅助哨兵机器人索敌导航，哨兵辅助雷达标记敌方位置的收益增大。

2.3.5.2 功能需求分析

根据对新规则变动的理解，我们认为新赛季中哨兵机器人需要在以下几个方面进行突破：

功能	需求分析	改进设计思路
更全面的自主行为	提高哨兵自主信息获取能力，以完成更加多样的赛场动作，适应更多变的赛场环境。	本赛季哨兵机器人可以通过多种传感器与裁判系统多机通讯感知周围赛场环境，并基于决策树模型与深度强化学习模型进行动作行为选择，实现稳定可靠的赛场自主决策功能。基于本赛季通讯协议的改动，哨兵机器人与雷达机器人之间的交互，哨兵机器人与云台手的交互已经发生变化，雷达机器人可以辅助哨兵进行赛场感知与决策，极大提高哨兵机器人的决策压力。同时哨兵机器人可以帮助雷达机器人获取敌方视野盲区的信息，提高雷达标记准确度与连续性。
更强的通过运动性能	在地图中多个关键位置进行快速移动。同时需要机械结构通过性能和定位导航避障功能。	结合上赛季战队哨兵机器人设计思路与本赛季功能分析，底盘部分仍沿用上赛季全向轮底盘整体结构。该结构具有陀螺运动效率较高，结构简单，控制与设计难度较小的优点，同时简化机械设计时间有助于为后续机器人调试留出充足时间。 上赛季战队初步实现了基于三维激光雷达的全场定位与导航功能，本赛季由于地图场景的修改，对定位导航功能提出了更

功能	需求分析	改进设计思路
		<p>高的要求。我们希望在上赛季技术基础上，针对新赛季的场地拓扑关系，实现全场定位导航；同时进一步优化定位功能稳定可靠，提高自主导航移动速度与移动障碍物的规避，提高机器人运动性能与技术可靠性。</p>
更强的火力压制能力	<p>提高哨兵发射机构射频和发射机构控制响应，优化自瞄算法以获得更高击杀效率。</p>	<p>云台部分沿用上赛季战队完成测试的双独立发射云台结构，提高发射机构响应，加强哨兵机器人爆发火力。</p> <p>由于哨兵机器人总发射量较大，弹舱体积和重量较大，为保障云台响应速度，减少弹路长度，保证发射机构持续稳定输出，采用 Yaw-Yaw-Pitch 的结构，中心大 Yaw 轴上并排放置两个独立云台。我们认为以第一层 yaw 云台结构承担弹舱与自瞄计算 PC，上层独立发射云台进行瞄准的结构能最大程度提高哨兵机器人攻击能力。</p> <p>第一级 Yaw 轴无需过高响应速度，只需维持其上两个云台基本处于并排位置，快速的响应由独立云台的 Pitch 轴和 Yaw 轴提供。两个云台视野较好，响应较快。弹舱可以置于第一级 Yaw 轴之上，供弹线路不会过于复杂。</p>
更强的可维护性	<p>机械结构设计更加简洁，优化线路布置，提高机器人整体稳定性，减轻维修成本。</p>	<p>在上赛季哨兵机器人设计的基础上，我们认为影响机器人性能的主要瓶颈在大 yaw 平台的结构设计与功能分布上。通过优化 yaw 平台结构分布，我们可以重新设计 yaw 平台与小云台的空间分布关系，使小 yaw 云台的运动更加自由，大 yaw 云台的质量分布与布线空间更加合理。</p> <p>在上赛季哨兵全向轮底盘设计的基础上，我们希望优化下层布线空间，简化云台连接与滑环接线，以提高机器人整体可维护性。同时增强底盘通过角，以适应新赛季场地的坡度。</p>

2.3.5.3 研发进度安排

项目	物资需求	人力评估	任务	耗时评估	资金预算
底盘	底盘机械结构相关零部件、3508 电机*4、超级电容等电路元件	电控 1 人 机械 1 人	底盘的结构设计，嵌入式控制代码的编写，功率软 硬件方案的设计	2 周	5000
云台	GM6020 等电机，以及云台机械结构相关零部件。	电控 1 人 机械 1 人	鹅颈云台结构的设计，云台角度解算与控制方案优化	4 周	5000
发射机构	摩擦轮，3508 电机等零部件，拨弹 2006 电机。	电控 1 人 机械 1 人	优化小弹丸下供技术和稳定高弹频低散布发射机构。	2 周	4000
自动打击	工业相机，NUC，USB 相机	视觉 1 人 电控 1 人	优化自瞄算法，提高双发射机构协调效率，优化代码框架。	4 周	7000
自主决策	NUC	视觉 1 人	设计决策逻辑，设计雷达哨兵交互	4 周	3000
自主导航	激光雷达，USB 相机	视觉 1 人	优化 3d 定位稳定性，丰富导航系统功能	4 周	5000

2.3.5.4 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处
巡逻区以及两侧完整的高地	测试哨兵建图、定位、导航等自动巡航功能

(二) 物资需求

物资	用处
----	----

物资		用处
设备	3D 打印机	进行机器人上的塑料零件的制造
	小型 CNC 雕刻机	进行机器人上金属加工件、金属板材和碳纤维板材的制作
	激光切割机	进行机器人上亚克力等板材的制作
维护与调试物资	靶车	测试机器人自瞄性能
	17mm 弹丸	用于发射机构的测试和其他日常测试训练
	自制装甲板	用于测试自瞄性能
	各类必需工具，如复写纸、各种用于加工的原材料	解决后续装配和维护中出现的问题，用于零件的制作
零部件及制作工具	碳板，铝板，螺丝螺母等各类标准件	机器人机械结构
	各类电机、电调，电池	机器人动力部件
	各类线材元器件	机器人各模块电路连接
	相机线*2、6mm 大恒相机*2、NUC11*2、激光雷达*2、深度相机*2	视觉功能的开发与调试用

2.3.5.5 人力资源分析

哨兵机器人的研发需要机械电控视觉三个技术组沟通协作齐力完成，运营组日常的记录和宣传也会给车组的研发带来一定帮助。

组内由老队员负责管理进度与技术研发，新组员根据各自能力和兴趣担任相关工作，具有较强责任心。每周召开组会总结一周工作，设计制作调试的相关技术点细化到个人，确保按规划完成相关任务并进行完成情况汇报，遇到技术瓶颈，大家一起商讨解决，严格按照规划进度完成任务，对消极怠工或者因学业耽误的进度，及时调整分配给有能力有时间做的队员，保证项目的进度和质量。

（一）机械组

研读新规则，分析哨兵机器人的需求和目标；设计新型全自动底盘和关于激光雷达方案，

并进行理论分析；设计供弹线路以及发射机构，配合电控开展测试，优化供弹线路，减少阻力；完成初代哨兵机器人的结构分析和设计，完成零件的加工和车体装配；对初代步兵机器人进行性能测试、记录和分析，为下一步迭代提出方案，进行测试并优化。

（二）电控组

负责哨兵的控制代码和相关硬件设备的研发、机器人的日常调试，以及整体控制系统研发与维护。

（三）视觉组

负责哨兵的自动瞄准与预测算法、3D 的 SLAM 建图定位和导航、实时决策，仿真系统开发，与电控组联调进行功能测优化。

技术组	姓名	年级	主要任务
机械组	翁培楠	大三	拥有一年哨兵设计经验，负责哨兵整体结构设计，大 yaw 平台结构与优化。
机械组	肖鹏宇	大二	负责哨兵机器人发射机构与云台设计
电控组	唐彦科	大三	拥有一年参赛经验，负责哨兵机器人电控功能整体设计与硬件设计。
电控组	李志成	大二	负责哨兵机器人上层云台控制设计与维护。
视觉组	吴奇优	大三	拥有一年参赛经验，负责哨兵机器人视觉功能整体框架设计与优化。
视觉组	李世隆	大二	负责哨兵机器人导航功能测试与优化，决策功能代码实现。

2.3.6 空中机器人

2.3.6.1 规则分析

相对于 2023 赛季，空中机器人被进一步重视，体现在优化了空中机器人的云台手操作体验，从单次空中支援 30 秒变成空中支援 35 秒，冷却时间缩短到 170 秒，单次空中支援发弹量仍为 500 发，这意味着云台手有更长的观察时间和反应时间。在不使用金币的情况下，7 分钟比赛时间内仍可以稳定呼叫两次空中支援，若想呼叫三次空中支援只需要花费 125 金币。500 发子弹在保证 20% 命中率的前提下就可造成 1000 点伤害，在团战、抢符、组织进攻，或地面力量短时间薄弱时，都可以成为改变战局的重要力量。

2.3.6.2 功能需求分析

功能	需求分析	设计思路
云台手 UI 通讯	云台手在呼叫空中支援前无法获知空中机器人的具体位置，导致呼叫空中支援后云台手需要指挥飞手飞到某个位置飞手。	通过遥控器拨杆告诉云台手已就位的信息，利用 A3 飞控的 Function 通道实现。
查看远处子弹落点	无人机在打击 10m 目标时子弹落点难以观察，无自瞄时子弹散布很大，在 30s 的空中支援中只造成 60 血量伤害，同时视觉测距也会可能有稳定的偏差，所以 24 赛季决定优化云台手打击远处物体的体验。	基于图传以较大的下视视角，并使用西交利物浦开源的倍镜来辅助瞄准。
反陀螺自瞄	无人机由于攻击目标较远，所以一定需要具备自瞄能力，同时其自瞄特点为瞄准中心持续输出，并不会因为敌方陀螺而云台高速摆动，而是只有在敌方平行直线运动时才有云台摆动。	运用反陀螺算法，使用长焦 12.5mm 镜头或者 16mm 镜头，只瞄准敌方的旋转中心进行持续打击。
安全平稳飞行	飞行保护装置完备，飞行场地安全。无人机悬停平稳，控制灵敏，稳定性好。	设计以碳纤维材料为骨架，聚乙烯网包裹的的桨叶保护装置，保护无人机的桨叶免受外部损坏；选择空旷安全的测试场地，且场地具有安全防护网。无人机飞控、供电线路等

功能	需求分析	设计思路
		<p>排列整齐，方便飞手起飞前检查。组装完成后调试飞行控制系统参数，保证飞机飞行动力充足，控制灵敏。</p> <p>设计重心居中、靠近桨叶平面的无人机结构。</p> <p>设计布局简洁、余量足够的供电系统，满足正常供电需求。</p> <p>减轻云台重量、减小云台尺寸，使云台在更好控制的同时对飞机的姿态影响减小。</p>
弹道精准，弹速稳定	由于打击距离较远，所以无人机的弹道应当精准到 10m 散步小于大装甲模块尺寸。	不再使用 T-motor 无感单机，避免温度变化而弹速变化的影响，改使用 3508 电机并在不同温度使用不同转速来发射弹丸。
高载弹量	云台手可呼叫多次空中支援可以实现更多指挥自由度。	无人机的满载弹丸应达到 1000 发。
云台自稳	Pitch 轴和 Yaw 轴控制都使用地面系控制。在主体晃动的情况下无人机云台稳定朝特定方向不变。	参考浙江大学无人机赛场效果，重构电控代码，增加陀螺仪对齐控制，使无人机能够避免陀螺仪的零飘现象影响。
高弹频	经过计算无人机必须实现 15 的最低持续弹频才能发挥空中支援的最大作用，除去云台手反应时间，20 弹频是一个较	参考上交 2023 步兵开源重新设计拨弹，其拨弹可达到 25 弹频，在上半赛季使用该结构保证测试。但是该机构要求无

功能	需求分析	设计思路
	好的弹频。	<p>人机拨弹有较大的下沉空间。所以在第一版完善之后车组计划测试中心供弹。</p> <p>不再使用弯管侧供云台方案，使用鹅颈弹链云台，大大缩减弹链长度。</p>

2.3.6.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	机架主体	上赛季无人机每一场比赛需要重新调平，车组计划重新设计碳管夹，增加连接刚度。
		在原弹舱基础上使用 1mm 碳板继续增加体积。
		下碳板从 2mm 改为 3mm，避免以往赛季的无人机车体晃动，同时参考太原科技大学开源，将电池安装改为从上向下安装增加弹舱体积。
		拨弹第一阶段参考上交开源，寒假第二阶段开始研发中心供弹方案。
	云台	采用鹅颈供弹，同时在弹链处进行充能。
		上赛季发现 T-Motor 摩擦轮由于不能根据温度调节转速，所以云台手需要在场上手动调节弹速，本赛季将重新使用 3508 电机。
增加倍镜设计，图传和镜头下视增加视野。		
电控	UI	参考华南理工大学的赛场表现，增加 UI 当无人机识别到装甲板后，相机自瞄框变成红色。
		将 DT7 遥控器的右拨设置为飞控的特殊 Function，当飞控通过光

组别	改进对象	改进内容
		耦隔离输出信号到主控板后，主控板绘制无人机当前状态的 UI。
	地面系控制	WMJ 机器人普遍使用 yaw 用地面系，pitch 为机体系的控制方案，但是对于无人机这种从晃动平台发射弹丸的机器人不同，无人机应该实现 Pitch 和 yaw 都采用地面系控制。但是这就会遇到零飘问题，所以今年无人机控制采用定时矫正地面系的方法。
视觉	瞄准中心反陀螺自瞄	由于无人机的目标距离一般较远，受图像采集噪声的影响，测距误差较大，从而导致控制系统不稳定进而影响自瞄命中率。首先可以选用长焦相机镜头，对更远距离的目标采集更清晰的图像。其次可以对图像进行亚像素处理，让灯条轮廓点跳动频率和幅度减小，从而保证像素坐标相对稳定，使得直接测距结果抖动减小。运用 WMJ 战队的反陀螺算法，只瞄准敌方的旋转中心进行持续打击。

2.3.6.4 研发进度安排

项目	物资需求	人力评估	人员技能需求	耗时评估	资金预估
机架	P60 动力套装、TB48D*12、加工件、标准件、板材、飞控系统、传输系统、定位系统等	机械 1 人 电控 1 人	有过无人机组装和调试的经验。	7 周	18000
云台	GM6020*2、加工件、板材、3D 打印件、标准件	机械 2 人 电控 1 人	对云台、闭环控制方面有设计、调试经验。	10 周	2500
发射	3508*2、M2006*1、机加工件、板材、3D 打印件，倍镜等	机械 1 人 电控 1 人	有耐心和创造力，尝试多种改进方案，能够对产生的问题进行分析。	6 周	800
自动	长焦相机一台、NX 一台	视觉 1 人	对无人机视觉识别、视觉	12 周	5000

项目	物资需求	人力评估	人员技能需求	耗时评估	资金预估
射击		电控 1 人	辅助瞄准设计富有经验。		

2.3.6.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地用途	场地需求
无人机飞行测试场地	考虑到无人机飞行测试的危险系数较大，存在较大不确定性。在组装完成后，前期测试应当在具有安全防护网，光线明亮，天气适宜，GPS 信号良好，飞行区域净空，无杂物和无关人员的条件下进行。结合学校现有条件，计划在操场进行室外训练。后期测试在无 GPS 信号的室内开阔场地进行，测试视觉定位模块的工作情况、进行飞手飞行训练，并且配合其它地面机器人进行战术演练，计划在车间场地进行。对于标签识别测试定位，前期在电脑模拟器内运行，中期制作小轴距无人机在悬挂安全绳的场地内测试，后期考虑在空中机器人上机测试。
发射机构测试场地	此测试场地为室内静态测试场地，使用铝型材框做支撑搭建离地面约 2m 的测试平台，以模拟无人机飞行时的高度，测试自瞄系统和无人机吊射功能。场地应该拥有足够的深度，周围设有挡板和防护网方便收集子弹，在地面上标志出 8m、10m、12m 等位置，检测无人机在不同射击距离下弹道散布。

(二) 物资需求

物资	用处
4310 电机	Pitch 控制电机。
定制电路板	主控控制。
6020 电机	Yaw 电机。
裁判系统	满足检录需求。
3508 电机	摩擦轮控制。
2006 电机	拨弹轮电机。
NX	视觉识别处理
17mm 弹丸	弹丸散布测试。

物资	用处
遥控器+接收机	机器人远程控制。
A3 飞控	无人机飞行控制。

(三) 设备需求

设备	用处
3D 打印机	机器人零件打印。
车、铣、钻等加工机床	用于机器人零件制作。
激光切割机	用于板材切割。
钳工工具	用于对零件的加工。

2.3.6.6 人力资源分析

空中机器人在调试阶段需要更多的时间投入，需要组员能在课业学习之余能抽出时间参加机器人调试，且有兴趣、有能力、负责任；组内成员如果因故不能按规划完成工作，或遇到技术问题，需要在组内商议解决问题或延长时限，保证项目总体进度；每一到两周组会总结目前进度，统一制定下阶段任务，保证机器人总体进度。同时全组人员要加强合作，灵活分工，一同测试机器人功能。

空中机器人由于其特殊性，需要有过多轴飞行器组装和飞行经验的同学来担任飞手，同时需要在调试过程中格外注意安全。

(一) 机械组

进行设计研发，装配调试，维修分析。

(二) 电控组

负责各电机和云台的控制，进行代码优化。

(三) 视觉组

对于上赛季代码进行改进，对远距离识别和自瞄控制方面做针对性优化。

技术组	姓名	主要工作
机械组	申旭	负责飞行平台（机架）、桨叶保护罩、云台和发射机构的设计、装配、维护与后续迭代改进；使用 SolidWorks 等工具进行优化设计。
电控组	卫家利	负责云台的调试。
视觉组	刘文博	负责无人机识别、测距调试和优化，并调整代码使之适应 NX 平台。

2.3.7 飞镖系统

2.3.7.1 规则分析

24 赛季规则相比以往赛季，增加了随机位置目标的选项，命中随机位置目标可以获得更大的收益。结合本队以往赛季的技术积累和这赛季的人员配置，我们决定在设计出弹道稳定的机械镖和发射架的基础上，着重研发镖体和发射架结合的制导技术。

为了获得更稳定发射速度以及更加平缓的加速曲线、减少对镖体位姿测量影响，决定使用弹簧发射取代上个赛季使用的摩擦轮发射方案。同时为了提升落点的准确度，飞镖架上会搭载视觉瞄准系统对随机位置的目标进行微调。

镖体采用平板翼型，通过改变两个主翼的角度来实现姿态控制。运算平台分为上下两层，上层选取树莓派 M2zero，负责读取 CSI 相机的图像并识别处引导灯方位。下层为自制电路板，搭载陀螺仪和磁力计传感器，负责解算镖体姿态，并控制舵机改变镖体姿态。上下板通过 40PIN 排针连接，使用串口通信。

本赛季的研发难点主要在镖体制导上，秋季学期的研发重点应该集中在镖体制导的研究上。其中引导灯识别和 IMU 姿态融合解算等技术已经以往赛季初步得到验证。秋季学期主要任务应当集中在镖体机械设计和姿态控制算法的研究和测试上，镖体研发进度需要更快的镖体迭代速度作为基础。

春季学期要根据镖体制导的效果，对镖架的视觉瞄准技术进行快速的部署、并且从机械设计和控制方案上对镖架的发射精度进行优化。

2.3.7.2 需求功能分析

功能	需求分析	设计思路
快速部署	快速校准	底盘上增加定位块和手动开启的磁力座
	快速瞄准	利用自瞄云台自主瞄准基地
打击前哨站	发射架 yaw 轴位置调整	通过电机带动滚珠丝杠在固定的槽中去实现 yaw 轴的角度调整。
打击基地	发射架 yaw 轴位置调整	通过电机带动滚珠丝杠在固定的槽中去实现 yaw 轴的角度调整。

功能	需求分析	设计思路
飞镖制导	飞镖具有姿态调整模块，可通过反馈进行良性控制，调节飞行轨迹	通过陀螺仪回传数据和识别相机图像得到的与引导灯相对角度及距离，采用动量轮进行飞镖姿态控制，从而引导飞镖运动轨迹使其以合适速度角度命中飞镖检测模块。
	舵机控制	购买不同型号舵机测试，选出在响应速度和调整响应上最佳型号，装载尺寸和重量合适的翼面和气动布局，先实现单轴控制，再实现两轴联动控制。
	视觉识别	通过陀螺仪回传数据得到镖体世界坐标系中角度和角加速度，再利用 CSI 相机回传图像进行识别，并解算出相应的位置坐标和角度。再通过 FPJ 控制器对舵机进行调整以控制飞镖姿态，从而引导飞镖运动轨迹使其以合适速度及合适角度命中装甲板。

2.3.7.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	Yaw 轴微调	yaw 轴选用精度和传输力矩更高的滚珠丝杆调整配合弧形槽，以机械自锁稳定发射架。
	发射姿态	调整飞镖气动外形以及不同气动布局的相关参数，需要大量测试的理论分析。
	飞镖形体	整体气动布局进行多样化设计，同时保障内部空间，采用多种模式设计。
电控	飞镖姿态控制	结合陀螺仪和舵机，抛弃传统算法采用新算法进行姿态修正。
	发射系统	采用压簧的方案，用积分控制发射的能量，并且自动识别镖体发射和舱门检测。

组别	改进对象	改进内容
视觉	识别	<p>优化识别特征、优化底层读图逻辑、提升识别帧率，主要改进方向为提升识别特征以便于在极短飞行时间内对飞镖自身位置解算稳定和目标的稳定识别。</p> <p>优化识别方案：减少对图像矩阵的遍历操作，更改识别相机并增加滤光片，稳定识别绿色和特定光波长。</p> <p>优化底层读图逻辑：采用新的底层相机读图类代替 OpenCV 的 VideoCapture 类，提升读图帧率。</p> <p>优化硬件系统：在有限体积重量下采用帧率更高、并具有全局快门的相机以及算力更高的嵌入式系统，从硬件系统提高识别帧率。</p>

2.3.7.4 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处
30m*8m 测试场地	满足飞镖最大射程，周围无易碎物品
模拟基地	测试飞镖的击打

(二) 物资需求

物资	用处
舵机	镖体翼面控制
定制电路板	镖体制导控制
3508 电机	发射架电机
装甲板、等裁判系统	满足检录需求
飞镖触发头	飞镖配平测试

(三) 设备需求

设备	用处
3D 打印机	测试不同气动外形的镖体飞行稳定性
小型 CNC 雕刻机	加工实用碳板
铣床	加工镖体配重块

2.3.7.5 人力需求分析

机械组成员进行设计研发，装配调试，维修分析，同时需要全飞镖组成员协助进行飞镖

发射架的测试，移动，以及其他方向的控制任务和更深的研发任务，并互相商量讨论，不断进步，互相督促进度，以确保飞镖研发进度。

技术组	姓名	发射架	镖体
机械	陈铁仁	<p>优化摩擦轮发射架</p> <p>设计一套压簧和拉簧兼容的发射机构</p> <p>增加发射架自瞄云台，提高 yaw 轴精度</p>	<p>设计合理的气动布局</p> <p>设计合理的飞镖运动轨迹方程</p> <p>提高镖体空间利用率，平衡电控原件与质心的矛盾</p>
电控	常亦婷	<p>发射架弹簧压缩、装弹、发射状态机</p> <p>发射架 pitch、yaw 轴控制</p> <p>与无人车间通信</p>	<p>设计运算平台下层控制板</p> <p>通过陀螺仪和磁力计数据解算姿态，并用数据融合算法滤波、优化数据</p> <p>实现光电检测、舵机控制、与上层板通信等功能</p>
视觉	王尘子	<p>设计算法提升远距离目标识别精度</p> <p>引导灯识别并解算目标装甲板位置</p>	<p>识别引导灯、进行去模糊化处理判断出目标相对镖体的实时方位</p> <p>通过 io 口和串口与下板交互，将目标信息传输至下板进行控制</p>

2.3.7.6 分析小结

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	资金预估
发射架	<p>零部件、装配工具、加工工具、官方物资、电机、摩擦轮等。</p>	<p>机械 1 人</p> <p>电控 1 人</p>	<p>机械负责人有一定机械结构设计知识和经验，有装配经验和动手能力。</p> <p>电控负责人有良好的控制能力和调试经验。</p>	4 周	5000

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	资金预估
飞镖	可打印柔性耗材的3D 打印机、柔性打印耗材、微处理器、微型电池、微型舵机等。	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	机械负责人需掌握多种飞行动力学，了解空中控制实现方法。 电控负责人需掌握飞行动力控制系统 视觉负责人需要有相关控制调试经验。	5 周	4000
制导机构	相机、舵机、识别处理模块、陀螺仪。	视觉 1 人 电控 1 人	有相关控制调试经验。	3 周	10000

2.3.8 雷达

2.3.8.1 规则分析

与 2023 赛季相比，2024 赛季雷达的主要改动有：

- (1) 新增误差大于等于 0.8m 且小于 1.6m 的“半准确”标记。
- (2) 标记“准确”范围从误差小于 0.6m 增加到小于 0.8m。
- (3) 标记“错误”进度减少从 0.7 增加到 0.8
- (4) 新增-15%的“易伤”增益。
- (5) 新增获得累加机会机制，累计使对方机器人易伤 1 分钟，可获得累加机会，消耗累加机会获得 10 秒双倍“易伤”增益，至多能触发两次。
- (6) 雷达与其它机器人的通讯所能发送的信息量增加。

前两点改动降低了对雷达标记精度的要求，使得雷达更容易触发特殊标记，同时，新增一级标记准确性等级在增大不同队伍间的区分度的同时也降低了雷达入门门槛，技术领先的队伍能够充分发挥技术优势，更快充能，而技术欠缺的队伍研发一个可用雷达的成本也将降低。而第三点则增加了标记错误的惩罚，对定位精度的下限提出了更高的要求。而最后两点则是这个赛季雷达的主要改动，相较于过去赛季雷达偏向于间接辅助的角色，“易伤”增益的引入大幅增强了雷达在赛场上的作用，使得雷达成为能直接影响战局的关键一环。而持续“易伤”后能够获得的双倍“易伤”增益，进一步提高了雷达的上限，技术先进的队伍能够

凭借高性能的雷达获得巨额增益，能够在关键时刻爆发巨额伤害，扭转局面。但是，双倍“易伤”增益需要雷达自主决策使用，增大了雷达的研发难度。而第六点的改动则增强了雷达与其他兵种的信息交互能力，使得雷达成为赛场“大脑”成为可能。

总的来说，新赛季的雷达有了较大的增强，上限升高，门槛降低，“易伤”机制的引入让雷达成为能够左右赛场局面的关键兵种，同时通讯机制进一步改进也让雷达有了更大的发展空间，雷达的地位得到大幅提升，是 2024 赛季的研发重点。要想充分发挥雷达性能，就必须保证雷达在场上精确的识别与定位，并且具有足够的鲁棒性，能够抵御遮挡等赛场复杂环境的干扰，并能具备简单的决策和预警能力，实现和哨兵与其他机器人的联动。

2.3.8.2 功能需求分析

功能	需求分析	设计思路
识别目标	全场视角识别我方与敌方的各兵种机器人，确定机器人位置与类别，并提高对关键点位的识别精度。	通过使用深度学习双层识别的方案，第一层获取机器人目标整体的位置，之后通过第二层识别机器人的主要装甲板位置供机器人后续定位，同时获得机器人的类别。针对关键点位假设长焦相机，提高识别和定位精度。
地图定位	通过图像的识别获取机器人在场上的实际位置，并准确地在小地图中进行标识。	使用激光雷达获取场上点云数据，在相机与激光雷达、相机与场地进行标定的条件下，通过坐标转换算法得到机器人在小地图上的位置。
多机通信	将雷达获取并处理后的信息按需求发送给云台手或其他机器人。	按后续需求设计多机通信的通讯协议。
自主决策	整合识别结果并进行自主决策，决定双倍“易伤”触发时机，生成预警与控制指令，给哨兵和操作手提供决策指导。	通过行为树或强化学习算法，针对不同的赛场状况设计决策功能。

2.3.8.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
视觉	定位	改进激光雷达和相机联合标定的方法，提高标定精度，提高标定过程的自动化程度，降低标定所需的时间。

组别	改进对象	改进内容
	追踪	改进目标追踪算法，提高目标短时间丢失、遮挡等情况下的识别精度。
	决策	加入自主决策功能，设计稳定的决策算法，给哨兵提供全局辅助决策信息，并能给操作手提供预警与操作建议。
机械	设备支架	设计新雷达支架，能同时承载激光雷达及三个相机，改进相机固定机构设计。

2.3.8.4 研发进度安排

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	资金预估
联合标定	Livox MID70 激光雷达、大恒工业相机	视觉 1 人	掌握线性代数及基本 SLAM 知识。	3 周	4000
识别	大恒工业相机、运算平台	视觉 1 人	了解深度学习基本原理知识，掌握深度学习方案训练、调参、优化等技巧。	3 周	500
多机通信	主控模块、电源管理模块、u 转 ttl	视觉 1 人	了解通信协议基本原理，掌握通讯协议设计能力，会使用裁判系统。	3 周	500
追踪	MID70 激光雷达、大恒工业相机	视觉 1 人	掌握目标追踪常用算法及基本原理。	5 周	1000
自主决策	运算平台	视觉 1 人	了解决策树和强化学习基本知识，掌握算法设计基本技能	整赛季	2000
地图定位	MID70 激光雷达、大恒工业相机	视觉 1 人	掌握 SLAM 相关知识，掌握算法分析与测试的技能。	5 周	2000
设备支架	三脚架、3D 打印件	机械 1 人	掌握机械设计基本方法。	1 周	1000

2.3.8.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处

基本完整、符合实际尺寸的对抗赛场地	测试雷达的完整功能
-------------------	-----------

(二) 物资需求

设备	用处
AprilTag 标定板	对相机和激光雷达进行标定
高性能运算平台	训练深度学习模型并上场
Livox MID70 激光雷达	机器人定位测距
大恒工业相机	全场视角图像获取
电源管理模块和主控模块	测试多机通讯
仿真环境	测试识别追踪及决策效果

2.3.8.6 人力资源分析

雷达机器人主要涉及视觉方向的研究，因此常态化人员仅包含视觉组成员。机械部分需委托其他车组成员协助设计制作，不设置专职人员。

技术组	姓名	主要工作
视觉组	黄永乐	雷达视觉代码和算法部分的设计与开发。

2.3.9 人机交互

2.3.9.1 规则分析

本赛季的规则中步兵可以选择半自动化的控制方式，并能够获得相应的经验、经济奖励，而哨兵则改为全自动化。自动化程度的提高以及更加激烈的赛场要求我们使用多机通信的方式加强机器人之间的交互，以谋求各机器人协同作战。

有较大操作难度的轮腿平衡的出场，也对自定义 UI 界面提出了新要求，需要让操作手实时了解机器人底盘倾角等状态信息，以便更好地操纵机器人。

同时，由于工程机器人兑换矿石的难度大大增加，而自定义控制器可以大大减小操作难度，大大加快兑矿速度，能为队伍取得更多经济。我们队伍在上赛季启动了自定义控制器的

研发，目前已经有一套较完善的自定义控制器。

2.3.9.2 需求/功能分析

多机通信

利用雷达给哨兵发送己方和敌方机器人位置，雷达可以协助哨兵进行全向感知和导航，同时也便于哨兵实现更好的决策和追击。

自定义控制器

工程机械臂可以根据操作手势动作而运动。根据今年的工程赛季规划，自定义控制器应能实现对机械臂 XYZRPY 六个自由度的控制。操作手可以自由选择是否使用自定义控制器来操作，在操作手再次使用自定义控制器时，对当前数据进行更新。根据兑换站的活动范围，要求自定义控制器角度活动范围：YAW 轴-135 度到 135 度，PITCH 轴 0 度到 90 度，ROW 轴 -45 到 45 度。通过观看其他队伍的自定义控制器的赛场使用，我们借鉴并制作了两个方案。

2.3.9.3 实现方案

多机通信

雷达通过官方串口通信将己方和敌方机器人位置反馈给哨兵和操作手。

自定义控制器

方案 1：参考东北大学的 Delta 控制器，由机械制作一个万向结结构，万向结末端连接三个电机，利用电机角度回传以及连杆长度等数据解算出自定义控制器在笛卡尔坐标系下的空间位置，然后在手柄的位置装上一个团队自制陀螺仪，利用陀螺仪角度反馈解算出手柄的倾角信息，最后将自定义控制器的位置信息和倾角信息映射到工程机械臂，机械臂根据相关信息解算出相应的电机角度并进行运动。该自定义控制器采用机械回传有较高鲁棒性。

方案 2：参考南京航空航天大学的视觉里程计控制器，团队由于没有 T265 相机，所以使用 V210 运算平台和 realsense D435i 运行 vins-fusion 来获得此时的 XYZRPY 信息，同时安装屏幕和按键对 vins 的运行进行控制，比如重置出发点，重新迭代等。但是团队经过测试发现该视觉里程计在遇到在面对无特征点的墙面时陀螺发生飘的现象，所以正式上场时可能会携带标定板来抑制。

2.4 技术储备规划

2.4.1 机械

技术名称	技术描述	技术目标
------	------	------

技术名称	技术描述	技术目标
差速拨弹	探索新型拨弹方式,利用减速器或棘轮实现两层或者三层的差速拨弹,防止卡弹和空拨提高拨弹效率	在无电控防卡弹逻辑下连续拨弹 1 小时不发生卡弹, 拨弹频率 30Hz 以上
气动发射	利用枪管发射的原理实现高频高精度发射	15Hz 以上的发射频率, 16m 小装甲范围
一级三摩擦轮	探索两摩擦轮、三摩擦轮以及四摩擦轮的区别	完成详细的关于摩擦轮发射的技术报告并选用最佳发射机构
四轮足步兵底盘	制作四个轮足运动机构,实现较高越障能力、避障能力和跳跃能力	任意地形在被工程冲撞的情况下不会发生翻车,从环高、大符高地等跳下平地,实现变高度小陀螺
制导动力飞镖	设计合理的气动外形以及动力源,尝试静稳定布局 and 静不稳定布局	在飞行过程中 Yaw 实现 90°以上偏航调整, pitch 实现±45°以上俯冲和抬升动作
柔性机械臂	探索合理的机械驱动结构,使其在规则允许范围内具有较高可行性	实现各种角度兑矿和各种环境下的取矿

2.4.2 电控

技术名称	技术描述	技术目标
FOC 电机驱动方案	基于开源的无刷电机控制方案 simpleFOC 开发自己的无刷电机 FOC 控制方案,扩展电机选型的范围,降低开发成本	可以根据应用场景需求自主研发性能与需求相适应的电机,提升机器人整体运动性能
通用机器人开发框架	使用 C++, 对电机控制、通讯、云台、底盘、发射机构等模块进行封装,同时	简化和规范代码,减少 bug 的产生,提高代码 debug 效率和通用功能模块

技术名称	技术描述	技术目标
	使用宏定义对功能模块进行裁剪，方便机器人二次开发和移植	的移植效率
自研磁编码器方案	自研磁编码器方案，应用于 3508 控角度	可以准确获得电机加减速箱之后的转动角度
舵机飞镖姿态控制	利用舵机调整飞镖尾翼角度，改变飞镖在空中的 Pitch 姿态	利用舵机调整飞镖尾翼角度，改变飞镖在空中的 Pitch 姿态来改变飞镖运动轨迹，实现制导
飞镖架自动 Yaw 轴控制	利用视觉识别基地引导灯，调整飞镖架 Yaw 轴角度	利用视觉识别基地引导灯，调整飞镖架 Yaw 轴角度，实现对随机靶的精准打击

2.4.3 视觉

技术名称	技术描述	技术目标
卡尔曼滤波与运动预测	通过卡尔曼滤波对敌方机器人进行整车建模，获取其准确的运动状态。	对建模细节处理进行不断优化，解决角度跳变问题，提高算法收敛速度，增强算法稳定性。
能量机关识别与运动结算	通过深度学习目标检测算法进行识别，并分析能力机关运行逻辑，解算目标击打位置。	不断改进原有识别与解算算法，修改识别模型网络结构，使用更优的迭代算法重构解算模块。
MPC 云台控制器	通过与整车建模模型进行结合进行预测控制，提高云台响应。	在敌方不同运动状态下都能快速跟随。

技术名称	技术描述	技术目标
强化学习自主决策	通过强化学习方法进行自主决策。	能实现在复杂、突发环境下正确的决策判断，实现近似操作手操作的效果。
动态避障	结合全局路径规划和局部路径规划，自动寻找最优导航路线并对动态障碍物进行规避。	能够在有动态障碍物的复杂场景中实现稳定导航并能自动规避障碍物。
全向感知	使用多个摄像头提供全向视野，并通过深度学习算法识别敌方机器人。	能够提供全向的敌方运动信息，并能与导航、自瞄和决策联动。
BEV 感知	融合多相机及雷达信息形成鸟瞰图，用于导航、决策等下游任务。	能充分发挥多传感器和鸟瞰图表示的优势，将下游任务统一到一个整体框架中。
多智能体协作	通过雷达统筹全局信息，协调哨兵、半自动机器人及操作手的相互协作。	实现为操作手提供辅助决策信息并协助哨兵、半自动机器人完成更优的决策。
仿真环境	搭建真实赛场环境仿真，模拟赛场环境辅助算法测试。	实现兼容视觉算法全流程测试，并能接入人类操作手用于真实模拟。

3. 团队架构

3.1 组织结构

WMJ 战队在队伍结构上采用学生自主、整体平级、多组交叉的队伍管理结构。

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

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

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

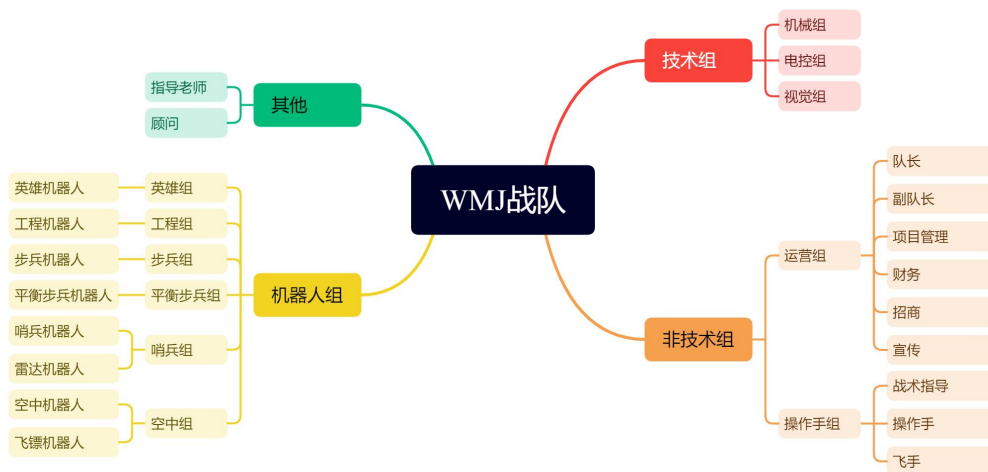


图 1WMJ 战队组织架构示意图

WMJ 战队目前按照技术方向分为机械、电控、视觉三个技术组和运营、操作手两个非技术组（在讨论管理问题时，一般将运营与机械、电控、视觉一同认作为“技术组”）；与此同时，按照不同的机器人分为英雄、工程、步兵、平衡步兵、哨兵和空中六个机器人组。其中每个技术组、非技术组和机器人组均设有一位组长，技术组每组设有一位物资管理。

战队工作在招募、培训方面主要以技术组划开展，在任务进度安排方面主要以车组划

分开展。具体而言，一名队员在通过招新考核后首先会以一名技术组员的身份再进行一段时间的学习，随后分配车组（包括运营组队员）。操作手组将在赛季中期逐渐开始组建并开展培训和练习任务，具体人员将从全队范围内的正式队员中通过长期的训练和考核择优选取。

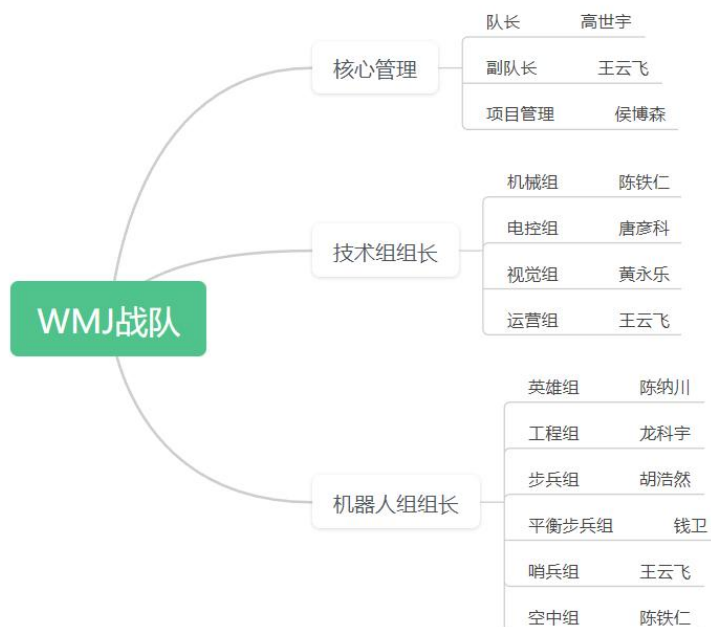


图 2 WMJ 战队管理结构

在队伍管理方面，本赛季将对所有任务类型进行明确的责任划分：战队综合事务交由核心管理协商负责，招新、培训类事务交由技术组组长负责，进度规划类任务交由车组组长负责；若任务涉及组外人员一律由组长协商决定。通过这种将责任明确区分、划分到人的方式，我们将能够更好地追踪任务进度，明确管理人员职责，避免出现过多的任务集中到一人导致顾此失彼，或者多人同时负责同一任务导致决策矛盾甚至进度失控的情况发生。

3.2 岗位职责和要求

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			(1) 负责为战队整合校内资源。 (2) 负责在自己的专业领域内指导队内技术。 (3) 负责团队的的人身财产安全。 (4) 申请、管理、指导竞赛期间团队	战队所在的学校中具备科研、教学工作经历的讲师、教授或其他职务的教职人员。	3人

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			经费的使用。 (5) 协助队长积极配合组委会工作。		
		顾问	(1) 根据自身的研发及比赛经验，研究规划战队技术的发展方向，从宏观层面指导研发。 (2) 为战队提供技术支持，在调试、研发中为队员解答疑难问题。 (3) 探索、发现前沿技术，为战队技术研发贡献思路和灵感。 (4) 针对战队的管理、运营等方面所存在的问题或不足之处提出意见或建议。	顾问主要从队内退役老队员中招募，须具备两年以上的比赛经验，自身技术实力强劲或管理经验丰富，具有足够的时间完成顾问的工作，且在役期间无重大过错。	3~5人
正式队员	管理层	队长	(1) 负责和组委会进行积极对接。 (2) 负责整个战队的传承和发展计划制定。 (3) 负责统筹整个战队的人员安排。 (4) 负责整个战队的制度管理。	队长从队内招募，为具备两年以上比赛经历的队员。要求对整个比赛有较深程度的理解，技术面广、管理能力强，对整个战队的发展和管理具有一定理解。可以凝聚士气、团结队伍，带领队伍前进。	1人
		副队长	(1) 负责整个战队的对外交流。 (2) 负责和各相应负责人审查战队技术方案。 (3) 负责战队财务并配合各技术组物资管理的申报物资、报销流程。 (4) 负责牵头机器人的模块化测试、整机测试等测试方案。	副队长从队内招募，由队内具有一年以上比赛经验的队员担任，须对整个比赛有较深入的理解。副队长要求具有丰富的沟通交流技巧和协调能力，可以辅助队长完成事务；须对其他校内平台和校外战队有一定了解，擅长对接校内队外事务。	1人
		项	(1) 负责把控所有项目的整体进度。	项目管理从队内招募，由队内具有一	1人

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		目管理	<p>(2) 负责整个战队的文档、资料管理。</p> <p>(3) 负责项目相应文档的撰写做好文档传承、制度传承等工作。</p> <p>(4) 负责整个战队的物资管理。</p>	<p>年以上比赛经验的队员担任，对战队有深入的了解和管理经验；项目管理要求擅长把控进度和制定制度，有总结规划、管理人员的能力；须在文档撰写和梳理上具备组织能力，能够做好文档整理和传承。</p>	
		组长	<p>(1) 负责协同机器人组组长及其它技术组组长进行技术方案敲定。</p> <p>(2) 负责本技术组的对外交流。</p> <p>(3) 负责本技术组文档、共享平台管理以及相关传承事项构建。</p> <p>(4) 负责本技术组的组员定期考核，为本技术组的进度总负责协调人。</p>	<p>技术组组长由队内具有一年以上比赛经验的技术组成员担任，对该技术组技术具有深刻认识和了解。组长须充分了解组内项目进度和战队整体情况，具有统筹文档资料、管理组内组员的能力。</p>	1人
	技术组	物资管理	<p>(1) 负责与队长进行财务对接报销，向队长提供采购审批单、账目报销所需等相关资料。</p> <p>(2) 协同技术组组长（物资管理的审核人）管理组内物资。</p> <p>(3) 协同技术组组长（组内物资购买审核人）管理组内账目。</p> <p>(4) 统计耗材的使用情况，记录非耗材的状态。</p>	<p>技术组物资管理由队内成员担任。物资管理须对组内资源物资有充分的了解，擅长物资记录和管理；具有责任心，有耐心进行物资使用和耗材统计。</p>	1人
		组员	<p>(1) 负责按时完成技术组组长发布的技术组任务。</p> <p>(2) 负责在平时注意向本组物资管理反馈相应物资的状态、耗材的</p>	<p>技术组组员由梯队成员完成项目合格后担任。技术组成员须具备该组核心技术知识，具有责任心和较强的学习能力；了解组内项目和技术发展情况，</p>	5~8人

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			<p>剩余等。</p> <p>(3) 了解其它战队的技术走向，并作出合理评估。</p> <p>(4) 每周制定学习计划，并在组内例会上分享汇报。</p>	对技术发展和传承有一定的见解。	
	机器人组	机器人组组长	<p>(1) 负责协同技术组组长及其他机器人组组长进行技术方案敲定。</p> <p>(2) 负责本机器人组的组员任务、进度安排。</p> <p>(3) 负责本机器人组的对外交流。</p> <p>(4) 负责把控机器人组本赛季机器人的研发、制作、调试进度。</p> <p>(5) 负责明确机器人组本赛季的研发目标，把握研发进度。</p> <p>(6) 负责本机器人组的组员考核，拥有推荐正式队员名额的权力。</p>	机器人组组长由对规则相对更熟悉的，具有一年以上比赛经历的技术组队员担任。机器人组组长须对比赛和机器人有深入了解，掌握该组机器人的研发进度和项目评估；具有规划机器人发展方向，统筹技术研发的能力；能够调动组内队员，配合其他车组和管理人员。	1人
	机器人组	机器人组员	<p>(1) 按时完成技术组组长发布的技术组任务。</p> <p>(2) 负责在平时注意向本组物资管理反馈相应物资的状态、耗材的剩余等。</p> <p>(3) 了解其它战队的技术走向，并作出合理评估。</p> <p>(4) 每周制定研发计划，并在组内例会上分享汇报。</p> <p>(5) 详细关注所负责的机器人的相关动态。</p> <p>(6) 及时和操作手交流需求和测试</p>	机器人组组员由技术组成员报名协调后担任，须对比赛和机器人技术充分了解。掌握该机器人的部分研发技术和研发方向；具有技术钻研能力和方案评估能力，能够协助组长优化改进机器人。	3~7人

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			结果, 在操作手的评估结果下进行技术优化。		
		宣传经理	<p>(1) 负责开发、整合战队的宣传资源, 并打包更新至运营组资料共享平台。</p> <p>(2) 负责与别的战队或官方组委会互动。</p> <p>(3) 协助队长做好对外交流。</p> <p>(4) 负责战队的队内活动策划。</p> <p>(5) 负责协助队长做好队伍传承(上一届老队员资料收集、队员纪录片等)。</p>	<p>宣传经理由运营组具有一年以上的比赛经历的队员担任, 须具有一定的宣传运营能力。熟悉 PS、PR、AU、AE 等图像视频处理软件, 熟悉公众号推文制作, 熟悉多媒体宣传平台的推广和应用。有一定的摄影摄像技术, 团结战队内其他队员, 积极为战队宣传做贡献。</p>	2~3人
		招商经理	<p>(1) 负责开发、整合战队的招商资源。</p> <p>(2) 负责赞助商的对接跟进任务。</p> <p>(3) 负责调研赞助商的需求、以求多种渠道为战队寻求赞助。</p> <p>(4) 负责与组委会交流、并详细了解侵权定义等相关法律条文。</p>	<p>招商经理由运营组具有一年以上的比赛经历的队员担任, 负责开发、整合战队的招商资源, 与赞助商进行对接跟进任务。负责调研赞助商的需求、以求多种渠道为战队寻求赞助, 责与组委会交流、并详细了解侵权定义等相关法律条文等。</p>	1人
		操作手指导	<p>(1) 负责详细了解往届其它学校战队的水平, 并根据能收集到的现有资料做客观预测。</p> <p>(2) 负责详细研究往届比赛中所展示出的技术点、战术方案等。</p> <p>(3) 负责根据战队的机器人实际情况、对方战队实力做出合理的战术方案。</p>	<p>队内招募, 须具备一年以上比赛经验, 在战略制定、战术指挥、战局预测等方面突出, 及时掌握队内机器人性能, 准确评估实力, 了解其他战队战略动向和往年打法等。</p>	1人

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			<p>(4) 负责操作手训练的训练任务，以及组织开展模拟对战等活动。</p> <p>(5) 在比赛时协助队长做好准备事项，并提高整个战队士气。</p>		
		操作手	<p>(1) 负责地面机器人赛场操作和战术制定。</p> <p>(2) 在备赛期间积极训练，针对机器人的性能做出评估给技术组合理反馈。</p> <p>(3) 为自己制定科学的训练方案，并针对每次的训练效果进行记录。</p>	<p>队内招募，通过操作手选拔即可成为操作手，操作手选拔包含战略战术考核、虚拟对抗考核、实车对抗考核，要求操作手应具备良好的团队配合、敏捷战术思维、规则充分理解和机器人基本操作能力。</p>	5~7人
		飞手	<p>(1) 负责空中机器人的赛场飞行和战术制定。</p> <p>(2) 在备赛期间积极训练，针对机器人的性能做出评估给技术组合理反馈。</p> <p>(3) 为自己制定科学的训练方案，并针对每次的训练效果进行记录。</p> <p>(4) 向战术指导提供战术方案。</p>	<p>队内招募，具有丰富的多旋翼无人机操作经验，对比赛规则有较为深入的了解，拥有良好的团队配合能力和比赛心态。</p>	1~2人
		梯队队员	<p>(1) 学习相关技术知识，掌握该技术组的相关技术知识。</p> <p>(2) 按时完成技术组组长发布的技术任务。</p>	<p>通过 WMJ 战队对外招新考核的成员。梯队成员须具有较强的自学能力、认真负责的学习态度；具备一定的技术基础，能够胜任研发学习任务。</p>	每技术组3~5人

4. 资源可行性分析

4.1 上赛季资源使用情况

2023 赛季，WMJ 战队资金主要由西北工业大学工程实践训练中心、教务处、研工部三家共同支持，其中工程实践训练中心提供基础项目制作经费约 37.7 万元，教务处提供参加高校联盟赛、超级对抗赛分区赛、超级对抗赛总决赛的差旅费约 18 万元，三家共同负责设备费、材料费、设备调试、迭代和维修费用以及知识产权事务费等费用总计约 65.8 万元。

2023 赛季全赛季备赛时间分为 2022 年下半年和 2023 年上半年，2022 年下半年使用经费为 2022 赛季经费剩余部分，约 20 万元。目前，WMJ 战队所有机器人组完成第一版机器人的下单，机器人加工费用、模块测试费用及损耗零件补充部分花销约为 11 万元；同时在 2022 年下半年，战队组织了西北工业大学第一届校内赛，校内赛场地布置、参赛队经费报销、宣传费用预算为 5 万元，实际花销为 3.9 万元。

2023 年上半年机器人制作方面的经费花销主要为机器人迭代所需的机加工件、标准件、成品件、非官方成品模块及官方元件，约为 12.5 万元。其中，包括研发平衡步兵机器人所购买的轮腿电机、轮毂电机在内的非官方成品模块花销约为 3 万元；为研发哨兵机器人、雷达站所有购买的算法模块部分设备约 0.47 万元；包括补充机器人在比赛、日常测试及调试过程中损坏的电机、补充测试过程遗失的 17mm 弹丸及 42mm 弹丸等官方元件所需开销约为 1.2 万元。

同时，2023 年上半年要考虑比赛所需的差旅费，主要包括两次联盟赛、一次超级对抗赛分区赛，差旅费约为 14.3 万元。其中，来回路费及物资托运所需费用约为 5.35 万元；比赛期间住宿费用约为 2 万元；比赛期间队员餐补费用约为 3.87 万元。为防止比赛期间出现意外情况，差旅费用还包括 2 万元的预留费用，用于紧急情况下应急使用。

总体来说，2023 赛季 WMJ 战队经费充足，有足够的经费用于 2023 赛季战队的正常研发、备赛工作及比赛差旅费。

4.2 本赛季可用资源概述

4.2.1 资金资源

来源	资源描述	初步使用计划
学校教务处竞赛	可以满足基本的备赛需求，保障战	主要用于购买各机器人组物资、官方物

来源	资源描述	初步使用计划
专项经费、工程实践训练中心部分教学经费	队的基本运行。	资等。此项经费用于战队大部分研发预算支出，但仅可购买赛季初申请的赛季经费预算内所包含的内容，不可购买经费预算之外的。
战队自有经费	由本赛季申请的创新创业项目（科研成果转化）经费以及比赛奖金组成，是战队内部的可自由使用经费。	主要用于团队建设、文化氛围建设、紧急项目支出等，紧急项目支出是指在一定条件下会出现学校经费无法及时报销但购买需求十分迫切的情况。
队员自发筹款	该部分经费是指在备赛最为关键时期出现学校经费和战队经费在不可控情况下无法及时支出，此时需队员自发筹款，形式为战队负债形式。其他经费到位后第一优先级返还。	十分紧急情况下物资购买，如比赛出发前的加急、财务封账后垫付、比赛期间购买的物资等。

4.2.2 物资资源

4.2.2.1 机械组物资

机械组物资大部分为往届遗留及学校提供，少部分物资如打印机、打印料等为赞助商提供，另有部分易丢失、易损耗物资工具本赛季进行了购买和补充。

来源	物资资源	数量	单位	用途
往届遗留	极光尔沃 A8S	1	台	用于打印较为精细的零件
赞助商提供	Bamboo Lab 3D 打印机	1	台	用于快速打印零件
本赛季购买	Bamboo Lab 3D 打印机	2	台	用于快速打印零件
赞助商提供	PLA 3D 打印耗材	40	卷	用于 3D 打印
学校公用设备	钻铣床	1	台	用于修改和制作零件
学校公用设备	铣床	1	台	用于加工和修改零件
学校公用设备	精雕机	1	台	主要用于自制板材用于测试
学校公用设备	激光切割机	1	台	用于切亚克力板和木板，用于测试和制作宣

来源	物资资源	数量	单位	用途
				传纪念品
往届遗留	切割机	1	台	用于切割铝方管角铝等
往届遗留	220V 电钻	2	把	功率较大，用于钻孔和扩孔
往届遗留+本赛季购买	小型电钻	5	把	用于钻孔径较小的孔或者拧螺钉
往届遗留	铆钉枪	3	把	由于拉铆钉
往届遗留	电动锉刀	1	把	用于修改零件的误差
往届遗留	电钉枪	1	把	用于装订木板，制作场地
往届遗留	气铆钉枪	1	把	用于拉铆钉
往届遗留	台钳	2	个	用于装夹零件便于后续加工
本赛季购买	虎钳	7	把	用于拆卸零件、变形零件等
往届遗留	锉刀	5	把	用于清理毛刺、修改零件尺寸
往届遗留+本赛季购买	游标卡尺	3	把	用于测量零件尺寸、装配误差等
往届遗留	角磨机	1	个	用于打磨、切割
往届遗留	拉马	2	个	由于拆卸轴承、同步轮等零件
往届遗留	锤子	3	把	用于拆卸或者装配
往届遗留+本赛季购买	丝锥	2	套	用于手动攻丝，便于装配
往届遗留	手锯	3	把	用于制作和修改零件
本赛季购买	木工锯	1	把	用于切割木板，制作临时场地

4.2.2.2 电控组物资

电控组物资大部分为往届遗留，其中有部分易丢失、易损耗的工具及物资如胶布、J-Link 调试器等本赛季进行了购买和补充。

来源	物资资源	数量	单位	用途
往届遗留	斜口钳	8	把	焊接工具

来源	物资资源	数量	单位	用途
往届遗留	尖嘴钳	4	把	焊接工具
往届遗留	剪刀	7	把	拆快递包装，裁切胶带等
往届遗留+本赛季购买	弯头镊子	5	把	焊接工具
往届遗留+本赛季购买	直头镊子	5	把	焊接工具
往届遗留	胶枪（插电式）	3	把	粘接结构，固定线材
往届遗留	胶枪（24V 电池供式）	1	把	粘接结构，固定线材
往届遗留	焊台	4	个	焊接
往届遗留	热风枪	1	把	焊接，拆卸
往届遗留	加热平台	1	个	焊接铝基板
往届遗留	示波器	2	台	分析电路波形
往届遗留	逻辑分析仪	1	台	分析通讯协议逻辑和数据
往届遗留	电源箱	1	个	测试电路板
往届遗留+本赛季购买	电工胶布	若干	卷	绝缘，保护线材
往届遗留+本赛季购买	纤维胶布	若干	卷	保护线材
往届遗留+本赛季购买	绒布束线胶布	若干	卷	保护线材
往届遗留+本赛季购买	束线管	若干	卷	保护线材
往届遗留+本赛季购买	3M 双面胶	若干	卷	固定板子等负载较低の場合
往届遗留+本赛季购买	J-link 调试器	12	个	调试下载代码
往届遗留+本赛季购买	端子固定胶	若干	卷	固定端子

4.2.2.3 视觉组物资

视觉组大部分物资为往届遗留，其中有部分易丢失、易损耗的工具及物资本赛季进行了购买和补充；同时为适应新版本规则，本赛季购买了新的激光雷达等用于雷达站的研发。

来源	物资资源	数量	单位	用途
往届遗留	大恒工业相机	20	台	视觉自瞄图像采集主要设备
往届遗留	Realsense 深度相机	2	台	用于工程机器人定位图像采集设备

来源	物资资源	数量	单位	用途
往届遗留	海康威视 USB 相机	1	台	雷达定位图像采集设备
往届遗留	RED Vision 相机	2	个	雷达定位图像采集设备
往届遗留	USB 相机	2	个	飞镖测试图像采集设备
往届遗留	Ov 5640	2	个	飞镖测试图像采集设备
往届遗留	nvidia xavier nx	1	台	车载运算平台
往届遗留	nvidia jetson tx2	1	台	车载运算平台
往届遗留	intel NUC10	6	台	车载运算平台
往届遗留	intel NUC11	5	台	车载运算平台
往届遗留	minipc v210	4	台	车载运算平台
往届遗留	名硕 minipc	2	台	车载运算平台
往届遗留	bananapi m2 zero	8	个	飞镖上位机
往届遗留	maix bit	1	个	飞镖测试上位机
往届遗留	OpenMV4 H7	1	个	飞镖测试上位机
往届遗留	Nanopi Duo 2	1	个	飞镖测试上位机
往届遗留	便携装甲板	2	个	便于自瞄调试工作
往届遗留	卷尺	3	个	测距验证
往届遗留	标定板	1	个	相机标定
往届遗留	硬盘	1	个	储存视觉组资料与录像
往届遗留	便携屏	2	个	用于配置运算平台
往届遗留+本赛季购买	装甲板贴纸	若干	张	贴装甲板
往届遗留+本赛季购买	镜头湿巾	若干	包	用于擦拭清洗相机镜头
往届遗留+本赛季购买	USB 转接头	若干	个	防止运算平台接线时接口受损
往届遗留+本赛季购买	USB 转接线	若干	根	运算平台接线延长或转接
往届遗留	HDMI 线	若干	根	用于连接显示器
往届遗留+本赛季购买	网线	若干	根	用于远程连接车载运算平台

来源	物资资源	数量	单位	用途
往届遗留+本赛季购买	网线延长线	若干	根	防止车载运算平台网口受损
往届遗留+本赛季购买	镜头盖	若干	个	保护相机镜头
往届遗留+本赛季购买	镜头固定螺丝	若干	个	固定镜头焦距与光圈
往届遗留	三脚架	1	个	支撑雷达相机
往届遗留	相机镜头（6mm）	15	个	主要用于步兵、哨兵自瞄相机
往届遗留	相机镜头（9mm）	4	个	主要用于英雄、哨兵自瞄相机
往届遗留	相机镜头（12.5mm）	1	个	主要用于无人机自瞄相机
往届遗留	相机镜头（16mm）	1	个	主要用与英雄吊射相机
往届遗留	相机镜头（25mm）	3	个	主要用于英雄吊射相机、无人机自瞄相机
往届遗留	Livox mid-70 激光雷达	1	个	用于雷达站建图
往届遗留	思岚 A2 激光雷达	2	个	用于哨兵机器人建图
往届遗留	Livox mid-360 激光雷达	1	个	用于哨兵机器人建图
本赛季购买	USB 相机	13	个	用于全向感知
本赛季购买	幻影峡谷 NUC11	1	个	车载运算平台

4.2.2.4 运营组物资

运营物资有部分物资如帐篷、易拉宝等物资为往届遗留，大部分物资如纪念品、宣传物料等本赛季会重新设计购买。

来源	物资资源	数量	单位	使用计划
往届遗留	卡贴	50	张	用于战队间交流
往届遗留	鼠标垫	20	个	
往届遗留	帆布包	20	个	
往届遗留	抱枕	5	个	
往届遗留+	横幅、海报	若干	张	用于战队宣传，助力提升战队整体赛事文化氛围，增强队

来源	物资资源	数量	单位	使用计划
本赛季购买				员荣誉感和获得感，提高赛事影响力。
往届遗留	帐篷	3	个	用于校内活动举办。
往届遗留	易拉宝	4	个	用于校内活动举办、外场宣传。
往届遗留	KT板支架	3	个	用于校内活动举办、外场宣传。
本赛季购买	手环	1000	个	用于战队间交流

4.2.3 加工资源

类别	来源	资源描述	初步使用计划
机加工零件	学校工程实践训练中心创新社区公用加工机器	战队受工程实践训练中心冷加工部的支持，可在老师指导下使用的车床、铣床、台钻、非金属激光切割机、激光打标机。在经过老师的培训之后可使用精雕机、钻铣床。	用于加工简易机加工件，进行铝方管打孔、切割亚克力板等工作。
机加工零件	淘宝机加工商	常用店铺包括： ①五金加工件-晋辉五金、成都机械加工。 ②铝方管定制-天弘铝业、诚品金科。 ③碳纤维板加工店家-精密CNC、哈长伟碳纤维板精加工。 ④螺钉螺母等紧固件店家-博瑞特。 ⑤齿轮齿条同步轮等传动部件-广发传动。	机械组主要加工手段，完成大部分材料加工工作。
印制电路板	印制电路板商	常用店铺包括： ①嘉立创 ②捷配	电控组主要通过线上代加工印制电路板。

4.3 资金预算分配规划

模块	可用金额预算	备注
英雄机器人	20000	预计研发一台
工程机器人	20000	预计研发一台

模块	可用金额预算	备注
步兵机器人	30000	预计研发两台
平衡步兵机器人	40000	预计研发两台
哨兵机器人	20000	预计研发一台
空中机器人	18000	预计研发一台
飞镖系统	8000	预计研发一台
雷达系统	8000	预计研发一台
团队运营	10000	用于宣传物资、团建等
团队资产	10000	用于工具、耗材购买
差旅	150000	用于比赛住行
总计	334000	

4.4 资源可行性分析

资金方面，往年工程实践训练中心、教务处、研工部提供的经费约为 30 万，结合队内现有的全部经费和部分其他比赛的奖金约合计 35 万。经过详细的分析和规划，本赛季研发预算约 20 万元，差旅费用约 15 万元，在资金方面确认现有资金能够覆盖研发、测试、和维护等不同阶段的支出。此外，我们还考虑招商计划，以备不时之需。

在技术和人员方面，目前队内现常态拥有成员超过 40 人，核心成员 10 余人。其中已获得推免资格的大四队员 4 名，大三队员 9 名。与其他大部分队伍相比，我队今年在高年级队员人数具优势，拥有丰富的参赛经验和较强的研发能力。根据各研发任务的工作量和研发难度，我们进行了合理的任务分配。我们还制定了队内成员培训计划，以确保队伍能够适应比赛的不断变化和发展。

在时间方面，我们深刻吸取了上赛季的教训。我们制定了详细的项目时间表，包括各个阶段的开始和结束时间。我们分析了可能的进度风险和延迟，并在时间表中留有弹性，以适应不可预见的情况。详情见 1.3 目标跟踪章节。

综合而言，基于我们对资金、技术、人员和时间等方面的全面分析，我们相信目前的资源足以支持我们本赛季备赛。我们将继续密切监测项目进展，灵活应对潜在的资源不足风险，以确保研发项目的顺利实施。

5. 运营计划

2024 赛季 WMJ 战队运营计划将主要分为宣传计划与商业计划，分别以战队的队内队外宣传与引资招商为主要规划内容。

宣传计划将在 2023 赛季的原基础上进行一定的更新和适配，以大赛文化和战队文化为特色内容，在多平台上持续进行原创内容输出，充分利用上赛季的宣传资源与队内运营组传承，同时将宣传工作的输出对象拓展至更多的理工科大学生，以良好的战队氛围建设为主要任务，通过文娱活动和组织团建等方式进行战队内部的文化与氛围建设，培养战队凝聚力；

商业计划将以 RoboMaster 机甲大师系列赛事参赛队招商手册为参考，以往赛季的招商经历与经验为基础，结合 WMJ 战队实际进行 2024 赛季的商业计划编写，并计划与宣传工作的规划进行一定的配合，扩大战队影响力与知名度，获得符合预期的招商赞助资源。

5.1 宣传计划

5.1.1 宣传目的

（一）宣传大赛文化，扩大赛事影响力

宣传 RoboMaster 机甲大师高校系列赛事与大赛文化，提升赛事在学校中的影响力，传播 RoboMaster 大赛文化，将赛事愿景、赛事宗旨与赛事理念融入战队的宣传与运营，努力在校园以及更大的范围内宣传 RoboMaster 赛事文化，扩大赛事在青年大学生群体中的影响力与知名度，吸引更多的学生与青年工程师关注 RoboMaster 系列赛事，并在宣传过程中扩大战队的规模与实力。

（二）提高战队知名度，形成战队宣传路线

以校园为主要宣传阵地，通过多次校际活动提升 WMJ 战队的校内知名度，并通过对战队文化的创新建设与不断宣传，实现战队软实力的增长，不断开拓发掘 WMJ 战队在新媒体平台的潜力，通过稳定且持续的原创内容产出扩大战队的影响力，同时期望形成一个较为成熟战队宣传与文化建设路线，让后续的宣传工作可以在一个有序良好的情况下进行，实现战队知名度提高的良性循环。

（三）建设战队文化氛围，丰富队内文化生活

RoboMaster 机甲大师高校系列赛事是以青年大学生为参赛群体的机器人赛事，本身有着传承近十年的赛事文化基础，战队宣传工作应体现人文关怀，以赛事文化为基础，形成 WMJ 战队的文化氛围与特色；在紧张充实的备赛中进行战队内部的宣传工作，能准确记录队伍研

发备赛过程中的成长与收获，有助于疏解备赛的焦虑紧张情绪，同时也会提高备赛的效率与队员间的熟悉度，打造战队的集体荣誉感和文化归属感，最终使 WMJ 战队成为一个有凝聚力和向心力的团队。

（四）记录战队备赛进展，保存战队日常积累

每赛季的备赛与研发都是一个长期的过程，其中必然有着进度推进的差异和战队成员的变动，宣传运营工作也应当记录并保留该部分的档案和资料，适时的记录是丰富战队日常积累与形成良好战队文化的必由之路，本赛季也将提出明确的素材拍摄规范，以保证战队视频素材质量，丰富自身积累、增强战队软实力底蕴；充分的记录也是检查进度和自查的重要依据，有利于战队定时的复盘总结和进行下一阶段的规划。

5.1.2 宣传平台

（一）QQ 平台

QQ 平台主要用于战队日常动态的更新和对一些活动的报道，由于其用户基数大且青年大学生群体的活跃度较高等特点，QQ 平台可以进行较高数量的动态发送，维持战队在校内与多学校间的活跃度，战队 QQ 平台于 2018 年 9 月开始运营，至 2023 赛季完结共发送超过 250 条动态，并在各类活动与战队招新中同其他知名公众 QQ 账户进行多次联动，对于扩大 WMJ 战队在校内校际的影响力有着显著的作用；

在 2024 赛季中，QQ 平台将依然作为战队宣传的一个重点方向，成为 WMJ 战队的宣发基础平台，实时面向公众展示队伍进展与活动安排，将有计划地进行更多的动态发送，更有力地打响战队知名度，同时将努力实现与其他账户的联动，扩大战队 QQ 平台的受众群体。

（二）微信公众号平台

微信公众号平台是众多线上媒体平台中较为正式的平台，也是 WMJ 战队在上赛季的主力宣传平台，战队公众账号将更新战队介绍、赛事相关内容、战队重要决定、商业合作事务与其他工作上的正式内容，也会对 WMJ 战队成员的日常进行记录，更新生动而有纪念意义的内容。微信公众号作为 WMJ 战队重要的公众平台，也是较为快速、系统了解战队建设的重要媒介，在战队的宣传工作中是不可缺少的部分。战队微信公众号平台创立至今，共发表超过 220 篇微信推文，在赛季内能保持周更频率，现共有超 1300 人关注，可对战队的各项事务等进行充分宣传。

在 2024 赛季中，微信公众号平台将继续作为战队正式事务的发布平台，持续输出战队的建设内容与其他原创内容，并将进行创新，挑战更新更高质量、更新颖形式的内容，将微信公众平台与视频平台进行联动，将视频内容与推送内容结合，获得平台间的双向促进，同时

视频的加入也将提高推送的信息量，也更贴近正规的新媒体宣发需求。

（三）B 站平台（Bilibili 视频网）

B 站平台是战队在往期赛季中唯一的视频平台，主要进行 WMJ 战队的原创视频内容输出，聚焦于赛事相关、战队培训、战队活动与战队日常四个方面，粉丝数接近 2300 人，总投稿作品已超过 50 条，其中绝大多数为视频作品，总播放量超过 5 万，同时与 RoboMaster 赛事官方账号、多个高校战队账号进行友好互动。B 站平台也能体现 WMJ 战队在高校科技领域的宣传价值，会利用视频平台对战队合作企业进行宣传，帮助提升企业知名度，如晶沛电子等。

在 2024 赛季中，保证稳定地输出视频内容的同时，我们会进行新的尝试，如短视频和赛季纪录片等新形式创作。其中短视频将作为战队视频输出的主力内容，以投稿数量维持账号的活跃度，提高关注 RoboMaster 高校赛事或西北工业大学相关内容用户的感知度，我们也相信短视频作为目前的潮流可以充分结合“大学生机器人比赛”的主题，在 B 站平台以“科技猎手”、“我在 B 站”系列、“大学”等系列的标签主题进行推广，也可借助本校的高知名度与自带“热搜体质”，扩大赛事与战队的知名度。长视频如赛季纪录片则是以新角度对 RoboMaster 赛事进行记录，意在创作出高质量、有内涵的赛事队伍衍生内容，丰富队伍和比赛的内容，同时也是一种较好的介绍方式。

（四）抖音短视频平台

抖音短视频平台是目前最为火热的视频平台之一，能为队伍提供极大的曝光度和流量，WMJ 战队有意向于本赛季进行短视频平台的账号运营，将 B 站视频平台的部分短视频同步投稿至抖音平台，并且新赛季中产出的短视频也将同步发送到抖音平台，通过多平台的方式扩大影响力圈，以达到宣传战队和赛事的目的。

在 2024 赛季中，抖音短视频平台的运营将作为试点进行运营，如果日常活跃度与浏览量能达到预期，会考虑将战队视频宣传的重心进行移动，持续进行抖音平台短视频的产出。

（五）线下平台

线下平台包括校内外场宣传、校内活动宣讲、校内展示等，主要用于扩大战队在校内的影响力，可以通过对赛事的介绍与特殊的比赛机制推广，获得最直接的宣传效果，可有效提升战队知名度，吸引更多志同道合的人，增加队伍人才储备。例如在 2024 赛季初，WMJ 战队共进行多次外场宣传、约 10 次线下宣讲，超 5 次线上宣讲、机器人参与多次校内展示，有效宣传辐射人数超千人，招新群人数与招新报名人数比例约百分之六十，创下新高。

在 2024 赛季中，线下平台将继续作为 WMJ 战队最主要的宣传途径之一，在以往的基础上举办更多的线下宣传活动。

1. 新生宣讲。本赛季通过外场与线上结合的方式有效扩大了宣传面，获得了良好的宣讲

效果。本赛季参与的多次学院单位宣讲也取得了良好成果。

2. 校园活动。于本赛季初组织策划的 RM24 赛季西北工业大学 WMJ 战队招新会已圆满举办。

3. 展览展示。本赛季初成功举办了战队开放日活动，充分地介绍了比赛相关内容与机器人的技术展示，展示了 WMJ 战队日常工作环境和内容，并让参观学生体验了步兵对战与工程采矿的实际操作，结合战队特色进行有效的宣传，扩大了战队影响力，为战队注入更多的新鲜血液打下基础。此外，战队将基于所属学校单位，还不定期联系各学院单位，为前往基地参观的新生开展机器人展示和比赛介绍等活动，进一步扩大战队宣传面，并有效提高宣传的针对性，如针对工业设计班开展运营组定向宣传活动等。

平台	内容	计划	预期效果
QQ	①战队日常 ②活动宣传 ③节日文案	①战队日常：每周至少一条说说图文，临近特殊节点则视情况增加。 ②活动宣传：无详细指标，根据战队与校园活动而定。 ③节日文案：在我国传统节日、有特殊意义的节日等发布。 同时对于上述活动，设计对应的原创海报或者结合摄影作品，提高宣传效果。	通过 QQ 平台的宣传，期望可以使官号的浏览量访客量突破 10 万人次，并对战队视频号进行一定的引流。
微信	①战队进展 ②战队事务 ③战队介绍 ④招商宣传	①战队进展：以月为单位进行战队备赛的记录与更新，特殊备赛节点进行高频更新，以中期考核为第一个重要节点，一直持续到全国赛，并且配合相应的摄影或视频，制作原创的封面。比赛期间更新赛报和备赛状态，实时跟进战队动作。 ②战队事务：如战队组织的活动情况与活动宣传，并注意赛务相关的宣传工作，如第一届 RoboMaster 西北工业大学校内赛的进展。 ③战队介绍：以车组为单位进行成员的介绍和对应机器人的简单介绍，以简洁高效的方式对战队的情况进行宣传介绍，是外界了解战队的直接方法，将在 11-12 月期间完成。 ④对战队赞助伙伴进行图文或视频宣传，配合企业扩	提高微信公众号的订阅人数，在本赛季内实现 500 人次的订阅人数增长，原创内容总数突破 100，并对战队的其他平台帐号进行引流。

平台	内容	计划	预期效果
		大圈内影响力，进行引流。	
B 站	①战队日常 ②原创视频 ③技术培训教程	①战队日常：战队日常将以 Vlog 或技术测试趣事等的短视频方式呈现，基础指标为 3 条/月，在此基础上会根据当月情况进行调整。 ②原创视频：将以长视频为主，如宣传视频、采访视频、比赛剪辑等，将以展现战队文化为主要目的，初定为赛季纪录片、新年度赛季宣传视频、老/新队员采访视频、分区赛宣传视频，战队介绍记录视频等。 ③技术培训教程：如各技术组的培训视频与图文资料等的教程，将以录像的形式发布，提升账号内容的知识密度。	实现 B 站账号的粉丝量翻倍，并在总播放量上突破 13w，实现在本学校相关内容中有稳定的播放量来源。
线下	①校内外场宣传 ②校内活动宣讲 ③校内展示	①校内外场宣传：将结合战队需求与学校日程安排，在 RM 赛事重要时间节点时安排相应的外场宣传，例如招新活动和赛前出征、助威仪式。 ②校内活动宣讲：通过组织活动宣传活动的方式提高宣传效果与宣传受众，结合线上线下的方式进行宣传。 ③校内展示：以开放日和校内赛为主要的形式，通过实机操作的方式提高宣传效果。大型活动均会设计对应的外场海报进行宣传，同时在赛季内设计原创的文创产品，对于往年的优质文创产品也进行订做。预计在本赛季内至少出品 4 种新的文创产品以及换季队服，以体现 RM 元素或战队特色为要求，展示 WMJ 战队的精神风貌。	扩大战队影响力，打下招新工作基础，吸引新的血液，提升 RM 赛事在校内的知名度。

5.1.3 宣传日程

时间节点	月份	负责人	事件	计划内容	备注
赛季前	8 月	运营组长	赛季招新准备	宣传物料设计 招新宣传片	暑假开始准备，在开学招新前完成

时间节点	月份	负责人	事件	计划内容	备注
				招新推文预备	
赛季初	9月	宣传经理	赛季招新	宣传物料打印 宣传片投放 线下外场安排 参加各学院活动	所有物料准备应在开学前一周完成，即使收集信息，不要错过公共集会的宣传机会。
备赛期	9月	宣传经理	组织战队宣讲	宣传海报制作 礼品准备	及时预约教室场地
备赛期	10月	队长	战队开放日	准备报名事宜 分配队员进行讲解	准备详细的活动规划，精确到每个环节的实现，确保万无一失
备赛期	11月	宣传经理	战队介绍	推文编辑 封面设计	以车组为单位介绍，增强新队员认同感，加深队员彼此间了解
备赛期	12月	宣传经理	赛季宣传视频	脚本与素材准备 剪辑完善	明确赛季目标和文化，突出赛季主题
备赛期	3月	运营组长	联盟赛预热宣传	推文编辑 预热海报设计 备赛 Vlog 拍摄	需有详细脚本和制作规范
备赛期	4月	宣传经理	战队访谈片	新队员采访 老队员采访	注意访谈内容的设计和引导
赛期	4-5月	宣传经理	联盟赛记录与	赛况推文编写	提前准备文稿模板

时间节点	月份	负责人	事件	计划内容	备注
			总结	赛况总结编写	
备赛期	5月	宣传经理	分区赛宣传	区域赛宣传片 备赛倒计时推文	严格按照官方宣传要求进行
赛期	5-6月	运营组长	分区赛跟队宣传	赛中线上宣传 赛况推文编写	训练新宣传队员的技能，进行实践
赛期	7-8月	运营组长	复活赛/全国赛宣传	赛中线上宣传 赛况推文编写	
赛季末	8月	宣传经理	赛季总结	赛季总结推文 比赛结果宣传 赛季纪录片	利用日常的素材积累，创造出体现战队赛季经历与精神的宣传作品

5.2 商业计划

商业计划主要服务于战队经费和机器人制作，将以 RoboMaster 商务组制作的《参赛队招商手册》为基础和指导进行商业活动，主要包括招商、对应的宣传配合工作以及对赞助商的权益服务。

5.2.1 招商对象

（一）企业

根据中华人民共和国法律有效注册成立并依法经营，从事经营科技产品研发行业、智能算法研发行业、电子通讯行业、汽车行业、餐饮行业、娱乐行业、公益领域、创意产业行业以及经赛事组委会认可的其他行业，均可应征成为“全国大学生机器人大赛 RoboMaster2024 机甲大师赛”参赛队的赞助企业。

WMJ 战队将主要以科技创新类公司为招商对象，通过一定的背调选择范围，进行《WMJ 战队招商手册》的投放，并主动参与一些企业的赞助计划，如松灵机器人等；同时利用学校平台，寻找意向企业的资助。

（二）个人

以“个人资助方式”提供一定资金、设备、材料、服务等方面支持的自然人，也可作为“RoboMaster2024 全国大学生机器人大赛”西北工业大学参赛队的招商对象。

5.2.2 招商类别

(一) 战队冠名赞助商（每战队仅限 1 席）

给予战队最多支持，有权对指定参赛队进行冠名。战队机器人、战队服装规定位置可喷绘和张贴其品牌 LOGO 或产品名称，也可提供其他权益。

(二) 战队赞助商（若干）

给予战队一定的经费及资源支持，数量不限，将提供一定的战队权益。

(三) 品牌合作伙伴（若干）

给予战队一定的资源支持。

5.2.3 招商方案

招商负责人暂定为两人，同时运营组长辅助一定的工作。

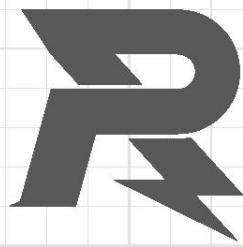
姓名	年级	职位	工作方向
王云飞	大四	运营组长	负责招商工作的进度汇报和与管理层成员的衔接，与其他成员一起进行背调与招商手册的编写。
张傲寒	大二	招商经理	负责招商工作，主要进行招商手册的编写与招商对象的选择和评估，与有意向的公司企业洽谈。
陈天爱	大一	梯队队员	负责招商工作，与张傲寒一起进行招商对象的背调与具体招商方案的协商。

首先利用 2023 年的剩余时间进行招商对象的选择和调查，同时完善更新 2024 赛季的 WMJ 战队招商手册，确定具体的招商对象后，由招商负责人编写招商文案并进行海投（附招商手册），实时关注与企业的进展并负责洽谈，说明赞助商的权益与责任，尽可能寻找到冠名赞助商或赞助商，以资金或实物的方式进行支持，推进战队研发制造进度。

招商须严格按照 RoboMaster 比赛官方要求，并由运营组长监督负责，对每个环节进行严格约束。

招商权益对照表如下表所示，其他未列入上表中的宣传项目可根据具体合作协议确定合作内容。

序号	宣传项目	说明	数量
1	战队冠名权	冠名形式为：西北工业大学 XX WMJ 战队（XX 为赞助商名称）	1
2	机器人车体广告	参赛机器人上贴装赞助商指定的广告内容。	2
3	队服广告	队服印刷信息位置包括胸标以及两个袖标，具体形式有待进一步商议。	3
4	新媒体宣传	在微信公众号、B 站视频号和 QQ 平台上进行推广。	-
5	公众号品牌露出	在战队微信公众号中推送企业专属宣传文案，并将赞助商品牌在公众号上露出。	-
6	遥控器标识	操作手的遥控器上贴装赞助商指定广告内容。	1
7	战队顾问	以顾问的身份加入战队，与战队共进退，赛季末可获得属于自己的荣誉证书。	3
8	校内赛宣传	每年战队举办校内赛、校内招新等，可在外场、参赛场地贴装赞助商指定广告内容。	-
9	比赛采访广告	在比赛采访过程中，可以提及赞助商指定内容，具体事项可待商定。	-
10	战队视频广告	在战队视频中可加入赞助商指定广告内容。	-
11	参观宣传	会不定期有参观团队来实验室参观，频率约是每月 5 次，可在参观团队到来时为赞助商宣传。	-
12	其他途径	可商议。	-



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