



Using a 52-55 motor driver chip and Field-Oriented Control (FOC), the RoboMaster C60 Brushless DC Motor Speed Control enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster M6000, this PMS synchronous DC gear motor and C60 Brushless DC Motor Speed Controller, the M6000 Assembly Kit includes several cables and a terminal block.

Reference System Specification Manual, Reference System User Manual, Introduction of Reference System Kit etc.

The M6000 Assembly Kit includes several cables and a terminal block, ensuring a complete and reliable system solution for your RoboMaster robot.

# ROBOMASTER 机甲大师超级对抗赛 赛季总结

佛山大学 醒狮战队 编制  
2024年6月 发布

# 目录

<b>1. 团队建设分析</b> .....	<b>6</b>
1.1 本赛季成绩目标.....	6
1.1.1 本赛季成绩与目标的对比.....	6
1.1.2 成绩与目标异同原因分析.....	7
1.1.3 经验总结.....	8
1.2 研发目标.....	9
1.2.1 本赛季实际研发技术点与目标的对比.....	9
1.2.2 实际研发技术点与目标差异原因分析.....	11
1.2.3 经验总结.....	11
1.3 团队建设目标.....	12
1.3.1 本赛季团队建设流程实现情况与目标的对比.....	12
1.3.2 团队建设流程实现与目标差异原因分析.....	13
1.3.3 经验总结.....	13
<b>2. 项目分析</b> .....	<b>15</b>
2.1 规则解读.....	15
2.1.1 整体规则目标分析.....	15
2.1.2 重点规则变化分析.....	15
2.1.3 规则改动点分析.....	17
2.1.3.1 场地改动.....	17
2.1.3.2 机器人改动.....	19
2.1.3.3 机制改动.....	20
2.1.4 经验总结.....	22
2.2 步兵机器人.....	22
2.2.1 赛季步兵机器人规则分析.....	22
2.2.2 赛季步兵机器人功能分析.....	23
2.2.3 赛季初目标功能需求与实际实现功能的对比.....	24
2.2.4 已规划未实现功能及原因.....	25
2.2.5 有比赛需求未规划功能及原因.....	26
2.2.6 已规划功能且成功实现及原因.....	27
2.2.7 针对比赛需求已实现功能及原因.....	27
2.2.8 已成功实现功能原因与未成功实现功能原因对比分析.....	27
2.2.9 赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析.....	28

2.2.10 经验总结 .....	30
2.3 哨兵机器人 .....	30
2.3.1 赛季哨兵机器人规则分析 .....	30
2.3.2 赛季哨兵机器人功能分析 .....	31
2.3.3 赛季初目标功能需求与实际实现功能的对比 .....	32
2.3.4 已规划未实现功能及原因 .....	33
2.3.5 有比赛需求未规划功能及原因 .....	33
2.3.6 已规划功能且成功实现及原因 .....	33
2.3.7 针对比赛需求已实现功能及原因 .....	34
2.3.8 已成功实现功能原因与未成功实现功能原因对比分析 .....	34
2.3.9 赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析 .....	36
2.3.10 经验总结 .....	37
2.4 工程机器人 .....	37
2.4.1 赛季工程机器人规则分析 .....	37
2.4.2 赛季工程机器人功能分析 .....	37
2.4.3 赛季初目标功能需求与实际功能的对比 .....	38
2.4.4 已规划未实现功能及原因 .....	39
2.4.5 有比赛需求未规划功能及原因 .....	39
2.4.6 已经规划功能且成功实现及原因 .....	40
2.4.7 针对比赛需求已实现功能及原因 .....	40
2.4.8 已成功实现功能与未成功实现功能原因对比分析 .....	41
2.4.9 赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析 .....	42
2.4.10 经验总结 .....	42
2.5 英雄机器人 .....	43
2.5.1 赛季英雄机器人规则分析 .....	43
2.5.2 赛季英雄机器人功能分析 .....	43
2.5.3 赛季初目标功能需求与实际实现功能的对比 .....	44
2.5.4 已规划未实现功能及原因 .....	44
2.5.5 有比赛需求未实现功能及原因 .....	45
2.5.6 已规划功能且成功实现及原因 .....	45
2.5.7 针对比赛需求已实现功能及原因 .....	46
2.5.8 已成功实现功能原因与未成功实现功能原因对比分析 .....	46
2.5.9 赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析 .....	46
2.5.10 经验总结 .....	47
2.6 空中机器人 .....	47

2.6.1	赛季空中机器人规则分析 .....	47
2.6.2	赛季空中机器人功能分析 .....	47
2.6.3	赛季初目标功能需求与实际实现功能的对比 .....	48
2.6.4	已规划未实现功能及原因 .....	49
2.6.5	有比赛需求未规划功能及原因 .....	49
2.6.6	已规划功能且成功实现及原因 .....	49
2.6.7	针对比赛需求已实现功能及原因 .....	50
2.6.8	已成功实现功能原因与未成功实现功能原因对比分析 .....	51
2.6.9	赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析 .....	51
2.6.10	经验总结 .....	51
2.7	飞镖系统 .....	51
2.7.1	赛季飞镖系统规则分析 .....	51
2.7.2	赛季飞镖系统功能分析 .....	52
2.7.3	赛季初目标功能需求与实际实现功能的对比 .....	52
2.7.4	已规划未实现功能及原因 .....	52
2.7.5	有比赛需求未规划功能及原因 .....	53
2.7.6	已规划功能且成功实现及原因 .....	53
2.7.7	针对比赛需求已实现功能及原因 .....	53
2.7.8	已成功实现功能原因与未成功实现功能原因对比分析 .....	54
2.7.9	赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析 .....	54
2.7.10	经验总结 .....	55
2.8	雷达机器人 .....	55
2.8.1	赛季雷达机器人规则分析 .....	55
2.8.2	赛季雷达机器人功能分析 .....	56
2.8.3	赛季初目标功能需求与实际实现功能的对比 .....	56
2.8.4	已规划未实现功能及原因 .....	56
2.8.5	有比赛需求未规划功能及原因 .....	56
2.8.6	已规划功能且成功实现及原因 .....	56
2.8.7	针对比赛需求已实现功能及原因 .....	56
2.8.8	已成功实现功能原因与未成功实现功能原因对比分析 .....	57
2.8.9	赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析 .....	57
2.8.10	经验总结 .....	57
3.	团队架构总结 (10) .....	58
3.1	团队情况分析 .....	58
3.1.1	团队简单叙述 .....	58

3.1.2 团队价值观 .....	58
3.1.3 团队现状分析 .....	58
3.2 团队架构及其相关职能 .....	59
3.3 架构优势 .....	62
3.4 人员流失分析 .....	63
3.4.1 赛季初末人员对比 .....	63
3.4.2 人员流失原因 .....	63
3.5 经验总结 .....	64
<b>4. 基础建设复盘总结分析 .....</b>	<b>65</b>
4.1 可用资源 .....	65
4.1.1 可用资金 .....	65
4.1.2 可用物资 .....	65
4.1.3 可用设备 .....	66
4.2 协作工具使用 .....	67
4.2.1 追光几何 .....	67
4.2.2 GitLab .....	67
4.3 研发管理工具使用 .....	68
4.3.1 飞书基础使用 .....	68
4.3.2 飞书研发管理使用 .....	69
4.4 资料文献整理 .....	70
<b>5. 财务管理 .....</b>	<b>71</b>
5.1 赛季资金分析 .....	71
5.1.1 资金分配 .....	71
5.1.2 经验总结 .....	72
5.2 成本控制方案 .....	73
5.2.1 寻找供应商 .....	73
5.2.1.1 CNC 供应商 .....	73
5.2.1.2 玻纤板供应商 .....	73
5.2.1.3 3D 耗材 .....	73
5.2.2 自行加工 .....	73
5.2.2.1 板材加工 .....	73
5.2.2.2 铝方管加工 .....	74
5.2.3 成本控制方案实例 .....	74

---

5.2.3.1 能量机关控制方案.....	74
5.2.3.2 场地搭建控制方案.....	74
5.2.3.3 板材使用控制方案.....	74
5.2.4 经验总结.....	75
<b>6. 团队章程及制度.....</b>	<b>76</b>
6.1 团队制度.....	76
6.2 审核决策制度.....	76
6.2.1 目标审核决策.....	76
6.2.2 人员安排审核决策.....	76
6.2.3 支出审核决策.....	76
6.3 招新培养制度.....	77
6.4 打卡制度.....	77
6.5 汇报与例会制度.....	78
6.6 跟踪制度.....	78
6.7 请假制度.....	78
6.8 离队开除制度.....	78
6.9 奖罚制度.....	79
6.10 实验室卫生制度.....	79
6.11 经验总结.....	79
<b>7. 学术创新.....</b>	<b>81</b>
7.1 专利申请.....	81
7.2 技术开源.....	81

# 1. 团队建设分析

## 1.1 本赛季成绩目标

### 1.1.1 本赛季成绩与目标的对比

我队在赛季初将本赛季比赛成绩的目标定位为：

表 1-1 比赛成绩目标表

比赛类型		保底成绩	理想成绩
高校联盟赛	3V3 对抗赛	广东站 16 强	广东站前 3
	步兵对抗赛	广东站 8 强	广东站前 3
超级对抗赛		区域赛 16 强，全国赛 32 强	区域赛 8 强，全国赛 16 强

在 24 赛季，醒狮战队遗憾未能晋级复活赛，创下了队伍历史上的最差成绩。这一结果让队员们深刻认识到，过去几年中由于技术传承断裂和项目组间沟通不足，战队与其他队伍之间已经形成了显著的技术差距。这一认识极大地激发了队伍的斗志，队员们决心在新赛季全力以赴，以弥补技术上的不足，取得更好的成绩。

24 赛季战队的人员管理与资金筹备等方面情况都有所好转，在此基础上能够进行细致地的划与沉稳地落实。

在 24 赛季，醒狮战队进行了两次招新活动，吸引了大量新成员的加入。这些新成员充满斗志，为战队注入了新的活力。此外，与上赛季相比，本赛季留队的队员数量显著增加，老队员的参与将为战队的整体实力带来提升，确保战队在本赛季能够取得更好的成绩。

追求卓越与远大目标：醒狮战队的历史最佳成绩是在年获得南部赛区季军，并曾一次进入全国总决赛。然而，在此之后，战队开始经历一段低迷期。到了 2018 赛季，由于疫情的影响，赛事被迫取消，这标志着醒狮战队进入了技术传承的断代期，队伍几乎面临解体。曾经的核心成员也因各种原因相继离开。尽管如此，醒狮战队依然坚持下来，目标明确，那就是再次杀入全国总决赛。

第 24 赛季的不佳成绩对醒狮队员的信心造成了打击，同时也让已经离队的资深队员们感到遗憾和悲伤。经过深刻的反思，我们决定不再沉溺于失败，而是要以全新的姿态迎接第 24 赛季，全力以赴，恪守醒狮战队的宗旨：“脚踏实地、永不言弃，敢想敢干、醒狮风范”。

在第 24 赛季的准备期间，看到队伍的士气并未真正消沉，曾经的老队员们也在空余时间回归队伍，提供支持，共同为再次冲击全国总决赛而努力。我们的目标是再次站在那个梦寐以求的舞台上，证明醒狮战队的实力。

表 1-2 比赛实际成绩表

比赛类型		实际成绩
高校联盟赛	3V3 对抗赛	广东站 16 强
	步兵对抗赛	广东站 16 强
超级对抗赛		区域赛 32 强

## 1.1.2 成绩与目标异同原因分析

本赛季，我队未能实现预设的目标。尽管各兵种在实力上相较于上赛季有了显著的提升，但最终的成绩并未得到相应的改善。

而得到该结果，有以下几点原因：

### 一、缺乏对外交流

在本赛季初，我们的初步评估与实际情况存在一定的偏差。在备战期间，我们与国内其他队伍的交流极为有限，仅与华南师范大学南海校区进行了一场友谊赛。对于其他战队的发展状况，我们几乎一无所知。因此，我们过于主观地假设其他队伍的进展可能领先于我们，但差距不会太大。然而，现实往往比预想的更为严酷。在联盟赛和区域赛中，我们的兵种配置并未完全调试到位，导致在适应性训练中遭遇挫折。尽管随着比赛的进行，我们的表现有所提升，但这只是短期的改善。面对诸如华南虎、中南大学等强队，我们几乎毫无胜算。因此，可以明确，本赛季成绩不佳的原因之一便是缺乏对外交流。

### 二、“时不我待，地非利我，人不和助”分三点概括

#### 1. “时不我待”：

在本赛季，我队遭遇了不佳的运气。在联盟赛期间，幸运地与北理工珠海战队进行了适应性训练，这暴露了我们兵种在功能和性能上的不足，为我们提供了宝贵的改进机会。然而，随后的比赛中，对手实力不均，未能充分揭示机器人存在的问题，最终在对阵华南虎战队时因哨兵自瞄识别错误而遭受惨败。区域赛期间，我队在首场对阵深圳职业技术学院的比赛中惜败，但此次失败却使我们发现并解决了一系列问题。这为我们随后战胜桂林理工大学打下了基础。遗憾的是，在对阵中南大学的比赛中，我们的英雄、步兵、飞镖、哨兵和工程机器人均出现了问题或操作失误，导致我们再次遭受重创。这些失利与运气和时机紧密相关，反映出我们在准备和应对方面的不足。

#### 2. “地非利我”：

本赛季，我院对我队的支持有限。在场地方面，我们仅能在地库的一小块区域进行测试和训练，这对我们的操作造成了显著限制。赛事期间，由于酒店距离比赛场地较远，我们需

要使用拉货车运送设备，期间甚至出现了哨兵机器人避震损坏的问题。雨天更是增加了挑战，这些因素共同导致了时间成本和精力的额外消耗。

### 3. “人不和助”：

本赛季，我队在技术人才方面存在严重不足，尤其是机械组（初始仅 3 名成员）和视觉算法组（无经验传承）。这导致赛季初期的备赛工作进展困难且缓慢。尽管后来通过招新引入了一批热情、好学、有责任心的新成员，但新成员的培养周期较长，无法迅速交接工作。尽管赛季中后期有所改善，但缺乏经验丰富的老队员指导，导致我们走了许多弯路，不必要地耗费了大量时间和精力。

综上所述：本赛季，我队实际成绩与理想目标之间存在显著差距，这些差距主要由众多可改善因素造成。因此，在即将到来的 25 赛季，我队将致力于解决这些问题，以期达到更高成就。

## 1.1.3 经验总结

我队本赛季的经验对弱队成长具有指导意义，可从以下五个方面总结：

### 1. “传承薪火”：

战队实力的提升依赖于传承和迭代，这是醒狮战队目前所缺乏的。由于 24 赛季留下来的老队员数量有限，经验丰富的队员更是稀缺，依赖于他们的紧急应对和加班加点虽然能取得一定成效，但风险高且不利于长期发展。因此，我们在备赛前期重点进行了新成员的招募和培训，幸运的是，新成员们展现了极大的热情和责任感，顺利通过了培训和考核，逐步接手了工作。尽管新成员的效率起初不高，但他们的能力稳步提升，最终满足了比赛的需求。在赛季后期，一些新成员的技术实力已经不逊于二年级队员，能够独立完成任务。尽管 24 赛季成绩不佳，但我们培养了一批有潜力和热情的新成员，相信醒狮战队的传承将在新赛季得到延续并取得更大进步。

### 2. “一日三省吾身”：

在竞技比赛中，战队通过反思与总结实现进步至关重要。本赛季，我们面临众多挑战，包括卡弹、偏心小陀螺、弹道散布、云台过载、自瞄识别错误及导航失误。针对这些问题，我们合理分配人员，深入研究并实施改进措施，不断追问“为何出错？如何避免？如何解决？”在队员不懈努力和官方论坛资源的帮助下，虽未完美，但已取得显著进步。我们认识到，只有持续进行反思和总结，才能取得最终成果。尽管本赛季成绩不佳，但从中发现并解决了许多平时易忽视的问题。未来，醒狮战队将持续遵循“反思与总结”原则，以期取得更好的成绩。

### 3. “路遥知马力”：

醒狮战队面临资源短缺的挑战，包括资金、物资和场地。尽管过去曾获得学校和企业的

支持，但近年来由于成绩不佳，学校资助减少，仅提供实验室和有限的场地。企业资助也需通过指导老师和队长积极争取。与其他资源充足的强队相比，这成为醒狮发展的主要障碍。尽管如此，通过指导老师的项目、积极寻找的赞助商以及队员个人赞助，醒狮得以继续参与赛季准备。未来，解决这一问题的最佳方案可能是通过出色的表现重新赢得学校的认可和支持，证明醒狮战队有能力为学校带来荣誉。

#### 4. “打扫干净屋子”：

在团队管理中，对于影响团队凝聚力和效率的成员，管理层必须迅速而果断地采取措施。如果某些成员的行为严重违背团队利益，损害团队整体表现，那么开除或剥夺其权力是必要的。管理层的犹豫不决可能会对团队造成更大的伤害，影响团队的稳定性和发展。在处理这类问题时，管理层应遵循公正、透明的原则，确保决策的合理性和合法性。同时，也应考虑到团队成员的情绪和团队的整体氛围，避免因处理不当而导致团队士气下降。在执行决策时，应保持沟通的畅通，向团队成员清晰地传达决策的原因和目的，以获得他们的理解和支持。总之，对于团队中的害群之马，管理层需要展现出坚定的领导力和决断力，及时采取措施，以保护团队的健康发展。这一原则是团队管理的基本常识，对于希望构建高效和谐团队的领导者来说，是必须理解和执行的。

#### 5. “一鼓作气”：

一个战队的精神面貌往往决定于一个战队所能走向的终点。醒狮战队的精神面貌是其坚持至今的关键，我们秉持“脚踏实地、永不言弃，敢想敢干、醒狮风范”的宗旨。面对挑战，我们毫不畏惧，士气高涨，渴望代表学校冲击国家赛事，赢得荣誉，实现成为青年工程师的梦想。尽管 24 赛季成绩未达预期，但我们不会放弃，将持续追求卓越。

## 1.2 研发目标

### 1.2.1 本赛季实际研发技术点与目标的对比

表 1-3 目标与实际研发技术点对比表

本赛季研发目标		本赛季实际研发技术点与效果
研发技术点	通用车组	
稳定不卡弹侧出弹拨盘	步兵、哨兵、无人机	卡弹率随分弹片磨损率升高而升高，实测需要比较精细的安装，在正确安装且分弹片为全新 0 磨损的前提下可以达到 2000 发内不卡
中供弹	步兵、哨兵	本赛季主车步兵与哨兵均为弹仓与 yaw 轴相连通过长弹链供给的中供弹结构，效果达到目标要求
中心供弹	英雄	区域赛英雄车仍换回后供弹，中心供弹不仅难以安排空间布

本赛季研发目标		本赛季实际研发技术点与效果
研发技术点	通用车组	
		局，且对安装精度有着极高的要求，难以保证稳定供弹
全向底盘	步兵、哨兵	本赛季主车步兵与哨兵均有不外八、能够全向移动、快速小陀螺的全向轮底盘
舵全底盘	步兵	由于人手问题、资金问题、风险问题等多重因素，最终在赛季中期决定放弃此技术点
稳定自瞄	步兵、哨兵	在 2—5m 左右击打时可以做到较为稳定的锁定静止靶，近距离击打可以做到跟随移动靶，但是赛场因为各种不稳定情况导致效果不佳
轻量化英雄底盘	英雄	新英雄车相较上赛季减重 5kg 左右，大大提高了英雄的机动性
简洁易读 UI	步兵、英雄、无人机、工程	由于人员安排不合理，UI 并没有得到很好地优化
新功率算法	步兵、英雄、哨兵	对功率算法进行了迭代，解决了偷吃电容的问题
自定义控制器	工程	本赛季自定义控制器达到基本使用需求，提高了兑矿的灵活度
Buck-Boost 双向四开关拓扑超电控制板	步兵、英雄、哨兵	由于四开关控制板仍处于研发调试阶段，本赛季对抗赛仍使用异步 Buck 拓扑控制板方案
四桨六电无人机	无人机	本赛季无人机在测试与比赛阶段均无出现因供电反充问题而导致炸机的情况
六轴大机械臂	工程	由于资金、人力问题，最终仍使用龙门架结构
双枪管发射机构	哨兵	联盟赛的双枪哨兵由于转动惯量太大导致 yaw 控制困难，故改回单枪，减少头部重量
轮腿底盘验证机	平衡步兵	制作出初版轮腿底盘，已经通过打滑检测、飞坡、下台阶测试
制导镖	飞镖	制导镖体需要稳定可控的机械镖，最终决定制作机械镖
自主导航	哨兵	测试阶段问题并不大，但由于各种不稳定因素导致赛场表现不佳

## 1.2.2 实际研发技术点与目标差异原因分析

实际研发技术点与目标的差异主要有以下三点原因：

### 1. 初目标设定没有考虑现实因素：

研发一项新技术的影响因素有很多，包括但不限于人力资源、经济资源、时间资源、可实行度等因素，某一个环节的缺失或是欠考虑都有可能研发产出；而我们本赛季由于队伍断代问题，导致留下的老队员仅有 20 个左右的 23 赛季新队员，理论基础薄弱、实践经验欠缺、工作任务繁重；种种不可控因素叠加起来导致最后不得不放弃某部分的研发，进而确保整个队伍的基础功能与参赛水平。

### 2. 设定目标时没有先吃透新规则：

由于 23 赛季队伍未获得前往深圳春茧的门票，故较早便进入了新赛季的备赛期。前阶段的备赛是基于 23 年规则进行计划与执行，等到新赛季规则公布后，因为惯性的影响，导致研发的方向并不是特别符合 24 赛季的需求，而符合 24 赛季规则的研发定位又没有仔细研究，导致赛季中期经过讨论后，才意识到问题所在并对一部分的研发目标变更，以全向轮步兵为例，全向轮新车从 23 年暑假已经有过一代，但是后面规则更新后所有步兵没有一辆拥有通过隧道的能力，故后期做了一段时间的挣扎过后决定重造新车。这也致使实际研发技术点与目标有一定差距。

### 3. 初期设定目标时摇摆不定：

以舵轮全向底盘为例，最初 9 月份时联席会经过一晚的讨论，确定舵全步兵有着较大的优势，于是决定新赛季制造一台舵全底盘的步兵。但后期又因为轮腿底盘的开展与人员调配的问题，导致舵全底盘进行一半突然终止，白白浪费了开发周期。

## 1.2.3 经验总结

根据整个赛季队伍的整体表现来看，可得到以下三点总结：

### 1. 在保证基础功能完善的情况下再耍花招：

RoboMaster 这个比赛对于车辆的稳定性考验其实是最严峻的，赛场中只要有一台车出现非技术性的问题，导致车辆无法发挥出原有的水平，那功能再强大、能力再全面的车也无法发挥其作用，故基础功能的稳定与完善才是队伍第一需要追求的目标。这点其实指导老师张老师也一直在强调着，8 年的指导经验，他无时无刻不用着过往赛季的惨痛经历告诫我们稳定的重要性，但瞻前没有故后，整个队伍今年投入到太多的新事物研发中，导致忘却了惨痛的教训，又一次给将来留下一个例子。

### 2. 研发技术点需要借鉴其他队伍的经验：

研发的技术点多多少少是要借鉴其他学校的优秀开源的，如果一直闭门造车，重复造轮

子，盲目前进，那最后的结果必然是处处踩坑。优秀开源肯定是有其过人思路与精妙设计在其中，加以借鉴，总结经验，开拓创新才能帮助队伍更快速地成长，站在巨人的肩膀上才能看到更远的风景。

### 3. 研发一旦确定就不可轻易动摇：

一个项目的研发一旦开始便需要投入大量的时间跟精力，若中途将其放弃，则不仅浪费了原本已经投入的时间、金钱和人力成本，还会导致队伍动摇不定，人心涣散，故一个合理的研发规划，一个经过仔细斟酌的研发方案是非常必要的，且一旦确定下来便不可轻易动摇。

## 1.3 团队建设目标

### 1.3.1 本赛季团队建设流程实现情况与目标的对比

醒狮战队架构：5名指导老师、5名顾问、35名正式队员、20名梯队队员，共65名成员。队伍以个人学习为导向，不做强制踢人处理；协会成员可选拔进入梯队，梯队队员通过选拔进入战队或淘汰返回协会。正式队员需考核，通过者留队，否则留在协会继续学习。

表 1-4 团队建设流程分析表

组别	团队建设流程	团队建设流程实际情况
管理层	由队长负责队伍大方向、项管负责把控队伍进度、副队长负责辅助处理队内事务、各组组长负责把控组别方向，建设一个高效、有爱的管理团队	队长对队伍的事务进行把关与处理，副队对接社团工作，各技术组组长负责带新与突破对应研发目标，关键抉择由队长与管理层商讨决定
电控组	电控组由硬件组与软件组构成，硬件组特指负责各个重要模块（如电容组、工控板等）设计的组别，至于焊线布线等为电控组人均要求，软件组则按对应兵种进行人员分配	电控组由步兵电控3名、英雄电控2名、哨兵电控2名、工程电控2名、无人机电控2名、飞镖电控1名、硬件2名共14名队员组成
机械组	机械组按车辆类型进行人员分配，包括不同兵种与同兵种不同类型，故人员较多，机械组人均需会绘图与装配	机械组由全向步兵机械2名、麦轮机械1名、轮腿机械1名、工程机械1名、英雄机械2名、哨兵机械2名、无人机电控2名、飞镖机械1名共12名队员组成
算法组	算法组按对应功能需求进行人员分配，人员构成较少，满足需求即可	算法组由步兵算法2名、哨兵算法2名、能量机关算法1名共5名队员组成
运营组	运营组包括宣传、招商，需由2—3人分工合作，记录实验室日常、维持实验室运营	运营组由后勤组1名、宣传组1名、招商组1名、财务组1名共4名队员组成

组别	团队建设流程	团队建设流程实际情况
梯队队员	梯队队员由通过第一轮培训且通过梯队考核的成员，无人员限制；包括各技术组，负责帮技术组打下手并持续学习	梯队队员由有参加车组工作、能力稍逊的成员组成，约为 <b>15</b> 人，可获得前往区域赛随队伍参赛资格
育苗队员	育苗队员为报名参加实验室的成员，实验室接受来自所有专业的学生，不做任何限制	未通过考核均为育苗队员，后期基本无育苗队员

### 1.3.2 团队建设流程实现与目标差异原因分析

本赛季团队建设相对去年是比较合理的，与目标差异原因如下：

#### 1. 管理层人数仍过低：

对于各个技术组而言，组长需要完成新人培训、考核、检测、把关、物资整理、确定方向等，这无疑是对组长的要求偏高，会导致组长会在一段时间内特别忙，无法用心进行研究突破。

#### 2. 管理者过于沉浸于技术细节：

管理者过于沉浸于技术细节中，没能很好地抽脱出来，导致没心思去管理其他队员，使得新队员的成长周期变长、能力不足，也无法把控好整个队伍的大局，使得队伍摇摆不定，从而降低了队伍整体的工作效率。

#### 3. 往年人员流失过多带来的后果：

由于整个队伍往届的人员流失巨大，**23** 赛季参赛队员 **35** 人中仅有不到 **10** 名大三队员，其余均为大一或者刚入队的大二队员；进入 **24** 赛季，经过新一轮人员流失，最终 **24** 赛季的参赛人员构成为 **20** 名大二队员与 **20** 名左右的大一队员，队伍的人员构成与流失决定了团队建设的困难程度，

### 1.3.3 经验总结

通过今年的团队建设情况，总结出以下三点经验：

#### 1. 留得青山在，不怕没柴烧：

**24** 赛季我们虽然已经尽全力对 **23** 赛季发现的问题进行改革与完善，但奈何上限不足，无更高届的老队员在前面进行引领，整个队伍仍是较为迷茫的状态，没有一个老牌队伍该有的稳定性，故留住大三、大四的队员、招纳研究生队员是尤为重要的，有着较为多年比赛经验的队员在队伍中，可以帮助队伍提高整体的稳定性，也可以有效提高团队建设程度。

#### 2. 管理层应抓大放小：

受限于队伍人员的原因，管理层的负责人也均为各个技术点的负责人，当技术点陷入开发瓶颈期，管理人员便很难从中抽出来，导致队伍在一段时间内群龙无首，盲目前进，使得团队建设混乱，各技术组之间失去桥梁，无法有效沟通。

### **3. 磨刀不误砍柴工：**

先做好团队建设，再进行技术点开发的效率远比赶鸭子上架来得高，做好新队员的前期培训，提高队伍整体的技术素养，为技术开发打好基础，而非放任成长，等到后续开发时又责备新队员做事不力，陷入新队员无人引领难以成长选择跑路、老队员失去希望选择跑路、只剩下少部分人苦苦支撑，回过头来又无法带领下一赛季的新队员很好地入门比赛。

## 2. 项目分析

### 2.1 规则解读

#### 2.1.1 整体规则目标分析

回顾第 23 赛季，RoboMaster 机甲大师赛在历年规则迭代的基础上，实现了技术要求、结构精度和比赛观赏性的全面提升。赛事通过简化复杂机制任务，既增强了观众的观赏体验，又保持了参赛队伍技术挑战的高标准，体现了主办方对赛事发展的追求和目标。

24 赛季的规则调整进一步展现了主办方的愿景，主要亮点包括：

1. 引入非主动控制方式，以减少人为因素对比赛的影响；
2. 雷达系统的升级，从基础的识别辅助提升到高精度的追踪识别；
3. 对大资源岛的重大改变，将矿石放置在更深的狭窄隧道中，增加采集难度；
4. 飞镖系统对基地攻击的调整，提供了更具杀伤力和技术挑战的选择；
5. 将大能量机关高精度环数的增益拉至一个异常恐怖的数值；
6. 在 23 赛季空中机器人空中优势如此之高的情况下仍增强了空中机器人的支援时间；

规则改动清晰地展示了主办方的目标：提升参赛队伍在软件技术和机械精度方面的能力上限，同时保持比赛的易理解性和观赏性。规则变化始终坚持向下兼容的原则，确保了 RoboMaster (RM) 赛事中较弱队伍的提升潜力，为强队提供了突破空间，同时也为弱队创造了发展机会，使得每支队伍都能够找到自己的发展方向。

#### 2.1.2 重点规则变化分析

##### 1. 新增半自动控制方式

24 赛季的规则变化引入了半自动控制模式，这是一项重大的创新，它允许除了哨兵之外的兵种采用半自动控制，替代了原有的全手动控制方式。这一变化对机器人的战斗力和战术执行产生了深远影响。

半自动机器人能够更快地积累经验，适应新赛季细分为十级的经验等级系统。这一改变使得传统手动控制机器人难以追赶等级，可能会在技术上和战斗力上受到压制。

从战术角度来看，半自动操作将操作手的角色转变为幕后指挥，类似于下棋，而云台手则专注于执行具体任务。这种变化减轻了操作手的控制压力，并可能提高战术执行的效率。然而，半自动操作的机器人存在指令发送间隔限制，可能导致走位和战术执行出现延迟，这在激烈的比赛中可能成为决定胜负的关键因素。

技术层面上，半自动机器人需要强大的视觉导航系统，包括自瞄锁敌、避障和自动规划

路线。同时，机器人还需具备快速处理战场信息和做出决策的能力。对于在哨兵导航方面有技术积累和充足经费的队伍，半自动机器人提供了新的发展机遇。然而，将哨兵的技术直接应用于其他机器人，特别是在处理飞坡等复杂地形时，仍需要进一步的技术突破。

综上所述，拥有技术优势和经费支持的队伍，如交龙战队，在半自动操作模式下有望获得更大的优势。对于其他队伍，重点应放在哨兵技术的提升上，同时为未来向半自动化操作过渡做好技术积累。

## 2. 雷达机制改动

在 23 赛季，雷达的全局计算职能得到了增强，但由于雷达仅能提供机器人地图坐标，其高成本与低收益导致了在所有兵种中的重要程度不足。为了解决这一问题，24 赛季对雷达兵种的机制进行了重大调整，使其与战场战力紧密相连。雷达不仅提供关键信息，还能够通过精准识别削弱敌方战力，增强己方优势。

新赛季引入了 0.8m 和 1.6m 的分段精度要求，取代了第 23 赛季的 0.6m 单一精度要求，这一变化既保证了强队的竞争力，又为弱队提供了发展空间，使所有队伍都能利用雷达获得战术优势。当标记进度达到 100% 时，敌方将获得易伤减益，且标记满 1 分钟后可累加，进一步提升了雷达兵种的实战影响力。

这些改动体现了主办方对队伍技术发展的引导方向，即在满足参赛基本要求的基础上，不断提升智能感知和软件技术。确保雷达机器人高识别率的同时，强化车间通信能力，使雷达在战场上发挥更大的战略作用。

## 3. 大资源岛改动

24 赛季的规则改动对工程机器人的设计提出了新的挑战。取消了大型资源岛的空接任务，增加了兑换等级，并调整了金矿石与银矿石的等级差距。金矿石的摆放位置和夹取方式的变化，要求参赛队伍适应狭小通道的快速作业，并对机器人的空间设计和机构配合进行优化。

新赛季中，金矿石被放置在狭窄通道的凹槽内，对机械臂的灵活性和强度提出了更高要求。除了传统的机械臂夹取方式，简单的夹取方法也被考虑，以适应狭窄空间的工作环境。此外，兑换站的运动区间扩大，兑换时间受限，这些变化都需要队伍在机械臂控制和协同作业方面做出改进。

规则对工程机器人的尺寸限制有所放宽，使得高自由度的机械臂成为兑换机构的理想选择。自定义控制器的应用将提高操作效率，而视觉兑换系统则需要解决在最高难度下，兑换框识别灯条正面不可见的问题。

这些改动旨在鼓励队伍在机械设计和控制软件方面进行创新，以适应新赛季的挑战。

## 4. 飞镖机制改动

23 赛季中，飞镖机器人展现了显著的进步，其精准打击敌方基地的能力在分区赛和国赛

阶段均得到了充分展示，这符合飞镖机器人设计的初衷和期望效果。然而，主办方追求的不仅是机械精度，而是更高的技术水平和自主性。

为了推动技术进步，24 赛季引入了基地飞镖检测模块的随机移动模式，这一变化鼓励参赛队伍开发能够自主调节和追踪目标的飞镖技术。尽管增加了“随机位置”的选项，但保留了传统的默认位置击打方式，为主办方提供了技术发展的过渡期，同时确保了所有队伍在借鉴和学习先进技术的同时，仍能在比赛中发挥飞镖机器人的战略作用。这种规则调整既促进了技术的向上发展，又保持了向下兼容性，保障了所有参赛队伍的发展潜力。

## 5. 能量机关机制改动

在 23 赛季中，能量机关的激活表现出了明显的队伍差异，强队能够稳定且精确地激活能量机关，而弱队则往往缺乏激活能力。为了鼓励更多队伍关注能量机关的激活，以增强作战优势和主动权，第 24 赛季对能量机关机制进行了调整。

新赛季中，大能量机关不仅提供经验加成，而且在高环数区间（35 环以上）的攻击加成显著增加，最高可达到 500%。这一改动意味着能够精准激活大能量机关的队伍将在团战中获得巨大的输出优势和战场主导权。这一变化体现了主办方对提高机械和软件精度的期望，以及对队伍在比赛中展现主动性和高强度对抗的期待。

## 2.1.3 规则改动点分析

### 2.1.3.1 场地改动

表 2-1 场地改动对比表

场地	23 赛季	24 赛季	对比结果
R2 环形高地	无开口	新增开口，尺寸限制为 550mm*450mm	增加了前往战场的路径，但机器人的尺寸要足够小或者采用可变形结构
资源岛	金矿石掉落状态不确定	金矿固定放置于资源岛中的狭窄通道内的凹槽中	提高了工程机器人夹取机构在复杂狭窄环境下的工作难度以及精准控制
补给区	两个补给区	减少为一个补给区	补给区数量减少，容易塞车，需要增加步兵载弹量，避免高频率的补给实体弹丸，开局，需要解锁发射机构的机器人到达前线的时间增加，减少

场地	23 赛季	24 赛季	对比结果
			战队进入补给区的次数，增加对抗性
小资源岛	放置五颗银矿石	放置三颗银矿石	银矿石可获得的经济总量减少，驱使队伍去夹取大资源岛的金矿石
公路区	高度为 250mm	高度降低到 150mm	修改后具备爬台阶的底盘结构的机器人也可以从这里双向通过，不再是轮腿平衡步兵的专属
哨兵巡逻区		增加了 R2 环形高地、能量机关激活点	R2 环形高地和能量机关激活点的位置都很狭窄，哨兵在这里可以减少被地面力量集火的次数，增加哨兵的存活能力，哨兵在 R2 环形高地也可以进行防守同时兼顾占点，攻防兼备，离基地更远，给防守方更多的防守空间，同时可以适应更多样化的战术需求，可以使用哨兵开启能量机关
R3 梯形高地	坡道与高地有分隔	坡道直接与高地相连接，高地面积增加，位置相对 23 赛季离前哨战更靠后	英雄在此狙击地方前哨战或基地时，如果被抓，可以有更好的逃跑空间，同时因为离前哨战和基地的距离变远了，英雄在此吊射的难度将会增大

### 2.1.3.2 机器人改动

表 2-2 机器人改动对比表

机器人	23 赛季	24 赛季	对比结果
雷达	视觉识别、标记地方机器人位置在地图上显示出来	增加易伤，识别越精准且识别时间越长易伤效果越强	增加雷达的作用，实现敌方机器人精准地、持续地识别
无人机	冷却时长 175 秒、空中支援时长 30 秒	冷却时长 170 秒、空中支援时长 35 秒	减少空中支援的成本，增加无人机的作战次数，提高无人机的压制效果
步兵、英雄	最高级为 3 级	最高级为 10 级	细分了原来的经验级别，让机器人升级所获得的加成更加平滑，级别差距小所产生的差距被拉小、原来升到满级的难度较小，现在满级的难度变大
步兵、英雄	选择不同的底盘功率，满级时数值不同	不同类型的底盘最后数值都相同，且提高了各级别的数值	机器人的性能能够得到更全面地释放
步兵	发射机构属性有三种	取消射速优先，初速都为 30m/s，并且提高各级别的数值	不同模式下的步兵性能差距减少
英雄	发射机构属性有两种	改为一种，并且提高了各级别的数值	提高了英雄的数值，属于数值增强

### 2.1.3.3 机制改动

表 2-3 机制改动对比表

机制	23 赛季	24 赛季	对比结果
远程兑换	每局比赛中，每支队伍分别拥有 2 次远程兑换 17mm 和 42mm 弹丸允许发弹量的机会。	每局比赛中，每支队伍拥有远程兑换 17mm 和 42mm 弹丸允许发弹量的机会，并且远程兑换所需金币减少	远程兑换弹丸的次数不受限制，且成本降低，对于取矿能力强队伍将会提高战队机器人的持续作战能力和压制力，
基地地区补给区机制	两个补给区，补给站最多提供 1500 发 17mm 弹丸	一个补给区，每局比赛中，补给站最多提供 400 发 17mm 弹丸。	减少可补给的实体弹丸，引导队伍制造出装载更多弹丸的机器人，提高在外持续作战能力
基地增益点机制	基地增益点只可由己方机器人占领。占领己方基地周围六边形区域的机器人可获得 50%防御增益和 3 倍枪口热量冷却增益	在比赛开始 2~3 分钟、3~5 分钟、5—7 分钟时，占领己方基地增益点的机器人分别可获得 2、3、5 倍枪口热量冷却增益。	取消了防御增益，枪口热量冷却增益前期变弱后期增强，鼓励队伍前期多尝试进攻，在后期又能更好地守家
高地增益点	占领高地增益点区域的机器人可获得 5 倍枪口热量冷却增益。	在比赛开始 2~3 分钟、3~5 分钟、5—7 分钟时，占领高地增益点的机器人分别可获得 2、3、5 倍枪口热量冷却增益。	前中期的增益削弱，变相增加一些能量机关激活难度，也降低了在高地点对地方的压制力。
飞坡增益	50%防御增益，持续时间为 20 秒缓冲能量增加至 250J 3 倍枪口热量冷却增益，持续时间为 20 秒	50%防御增益，持续时间为 20 秒缓冲能量增加至 250J 在比赛开始 2~3 分钟、3~5 分钟、5—7 分钟时，触发飞坡增益的机器人分别可获得 2、3、5 倍枪口热量冷却增益，持续时间为 20 秒	战斗前期飞坡所获得的增益减少，飞坡的风险变大。

机制	23 赛季	24 赛季	对比结果
资源岛增益	占领资源岛增益点的工程机器人可获得 50%防御增益。	在比赛的第一分钟，占领资源岛增益点的工程机器人可获得 75%防御增益。在比赛的前三分钟，工程机器人拥有 50%防御增益。	相较于 23 赛季前期工程机器人在大资源岛不易被敌方集火打死，保障队伍经济发展
兑换区增益		占领兑换区增益点后，工程机器人将处于无敌状态。	保护工程兑矿，避免故意击打正在兑矿的工程机器人，同时也防止因工程机器人死亡断电兑矿机构对兑换站造成破坏
前哨站机制	我方机器人占领资源岛控制区可降低前哨站装甲板转速	一方对对方前哨站每累计造成 500 点伤害，若裁判系统检测到造成第 500 点伤害的机器人为该方的英雄机器人或步兵机器人，则该机器人会获得 100 点经验值，否则，100 点经验值将平均分给该方当时存活的英雄机器人和步兵机器人	增加经验获得方式，从鼓励配合到鼓励进攻。
兑换站机制		在操作手选定兑换难度，且兑换槽运动到选定难度对应的位姿后，直到确认兑换或取消兑换为止，本次兑换所能获得的金币价值将随这期间经历的时间 $t$ 下降	引导队伍提高对兑矿机构的控制水平，要快速且精准
飞镖相关机制	飞镖只能打顶点靶子，无经验加成。	飞镖可以打自选难度的移动靶子，有经验加成。	提倡队伍做制导飞镖
小能量机关机制	当次小能量机关增益失效时，该方在增益持续时间内对方机器人造成的累计伤害将转化为经验，平均分给当时存活的英雄和步	小能量机关增益持续期间内，所有英雄、步兵机器人获得的任意经验提高 100%，全队在一次小能量机关增益期间内通过此方式最多共获得 800 点额外经验。	鼓励队伍不仅能够激活，而且能够精准激活能量机关

机制	23 赛季	24 赛季	对比结果
	兵机器人，转化比例为伤害：经验=10:1，最高转化经验上限为 100。		
大能量机关机制	提供攻击和防御加成	提供高额攻击和防御加成，提供额外经验加成	

## 2.1.4 经验总结

结合今年队伍对于规则的把握以及基于规则做出的决策，得到以下两点总结：

### 1. 在新赛季规则未公布前不做过多新研发：

正是由于 23 赛季区域赛结束后，队伍的队员们心有不甘，立即投入了 24 赛季的备赛中，可惜操之过急，导致在新赛季还未公布时便做了一定量的研发工作，比如步兵车辆的迭代、新版全向哨兵、全向步兵的出车，导致规则公布后与新规则不够适配，只能重新结合规则对车辆进行更新迭代；很遗憾 24 赛季仍然没能拿到前往深圳的门票，但今年我们将吸取教训，在规则未发布前仅对现有车辆进行维护、对 24 赛季比赛过程中发现的问题进行改进。

### 2. 解读规则需设为必要任务：

在规则发布后，队伍仅观看了官方发布的 24 赛季规则视频，但并未专门花时间研究详细的规则手册，导致前期有部分信息遗留，未能很好地指导队伍的方向，导致临近比赛经操作手反应才得知部分因规则带来的细微变动而造成的失误，最终临时改代码，但没有测试数据的修改终究会带来风险，故赛事前期对规则充分解读，把握规则方向并匹配队伍前进方向是尤为重要的。

## 2.2 步兵机器人

### 2.2.1 赛季步兵机器人规则分析

- 步兵机器人作为场上最灵活的单位之一，其主要职责便是在遭遇战中能够有较强的作战击杀能力和掩护其他兵种执行战术的能力；步兵通过发射 17mm 弹丸击打对方机器人、建筑物等单位的装甲板造成伤害，地面机器人之间的对抗也是由步兵机器人提供主要输出，于是一台稳定、高性能、高机动的步兵机器人是至关重要的。由于两台步兵的任务与职能各不相同，对于发射机构属性的选择也有所不同，对英雄机器人进行保护、近距离驱赶敌方车辆的步兵机器人通常需要具备在短时间内打出高伤害的能力，故此步兵通

常选择爆发输出；而对于占领高地、对敌方英雄远距离骚扰驱赶、击打能量机关的步兵则通常选择冷却有限，以保证自己有持续的干扰能力；对于底盘属性的选择，步兵机器人需要有高机动性和快速支援能力，综合考虑之下地盘功率优先的属性更加适合步兵的定位。

- 24 赛季步兵机器人规则改动较大的部分在于将原先的等级成长机制进行了调整，原先的 3 级分化优化成 10 级，使得步兵单位可以更柔性地进行过渡，不会在陷入劣势时毫无还手之力。
- 24 赛季步兵机器人的底盘功率分为血量优先与功率优先，血量优先适合车体轻、功率利用率高、需要长时间掩护或占领某个点位的步兵，此属性可以帮助步兵机器人在作战中有更高的容错与更久的续航；而功率优先则适合需要快速突击对方单位的步兵机器人；地盘功率的类型选择主要取决于超电硬件与操作手个人的习惯。
- 24 赛季的步兵机器人发射机构移除弹速优先选择，将步兵机器人的基础射速上限设定为 30m/s，相较 23 赛季的 16m/s，这意味着步兵机器人对比 23 赛季有着更全面的作战能力，可以实现远距离高火力的输出；风险与机会并存，车辆的性能能否支持其在高增益的加持下达到应有的表现，对于车辆本身性能的好坏有着决定性作用。
- 24 赛季地形新增隧道的改动，对于步兵机器人的优势提升是最大的，将步兵机器人的体积压缩在尺寸之内可以让步兵机器人的突击任务发挥出最大的优势。

## 2.2.2 赛季步兵机器人功能分析

24 赛季步兵的定位与职能相较于 23 赛季并无较大改变，仍是以突击对方地面单位、保护英雄机器人进行吊射、提供火力压制等。相较于 23 赛季，24 赛季我们队伍步兵最大的改变在于新车全部选用全向轮底盘，在满足全向移动的同时可以保证小陀螺时以最大功率进行自旋，从而达到反小陀螺的目的。24 赛季我们队伍的步兵另一个比较大的特色则是将尺寸进行极致的压缩，从而实现可以穿越新赛季新增的隧道地形，为突击对方地面单位新增了一条道路。

### 2.2.3 赛季初目标功能需求与实际实现功能的对比

表 2-4 步兵赛季目标与实际功能对比表

组别	模块	赛季初目标功能需求	实际实现功能
机械	云台	解决上供弹弹仓过小的问题 解决 pitch 的非线性问题	1.采用半上供弹，将弹仓固定在 yaw 轴 2.增加重补，减轻 pitch 电机负荷过重的问题
	底盘	解决车辆小陀螺时功率利用过低的问题 过起伏路段时效果稳定	麦轮改用全向轮结构，提高了功率的利用率，小陀螺转速稳定
	发射机构	1.利用新的限位方式，保证弹道集中 2.确保弹速稳定，不超热量，不超射频，减少卡弹的可能性	1.拨弹结构仍不稳定，存在卡弹的概率 2.已实现弹速稳定，不超热量与射频（弹速在 24.5-25.5 左右） 3.仍用去年的限位方式
	整车	适应比赛场地，满足过狗洞的需求 实现稳定的飞坡、下台阶能力	可以做到稳定过狗洞、下台阶等功能，飞坡需要一定的功率支持才可以实现稳定通过。
	平衡底盘	进行控制部分的理论沉淀和仿真测试，再用现有电机制作一台简易的验证机进行调试	制作出一版简易的比赛轮腿底盘，且在区域赛前已进行过基础运动、飞坡、下台阶、起伏路段行进等测试
电控	功率控制	1.解决走起伏路段与上坡时电容会不知不觉地往下掉的问题	1.换功率控制方案，将原先的对电容电压做 pid 来控制速度的方式改为通过拟合的功率对电机功率做闭环控制的方式。最终底盘能够稳定地吃到给定功率，不会再偷吃电容。
	云台	1.解决键鼠操控时云台无法对微小的阶跃信号进行响应的问	1.加入 TD 跟踪微分器，将阶跃信号转变为连续的信

组别	模块	赛季初目标功能需求	实际实现功能
	控制	题	号，从而改善了操控手感。
	IMU 解算	解决解算角度漂移问题 解决 Yaw 轴解算角度不准的问题	在每次开机时加入 10s 校准环节获取均值，对每次读取的陀螺仪数据进行取零漂与 30Hz 低通滤波操作从而提升数据精度。 在每次运行 AHRS 解算函数前获取一个精确的时间戳，从而得到精准的时间差，最后再用这个精准的时间差传入 AHRS 函数进行解算。最终结算的角度准确且稳定。
硬件	超电控制板	1.解决系统整体动态响应慢	1.控制板硬件改造：如改输入滤波电容 2.改造前置稳压模块 TL494；改造运放负反馈响应电路，采样电阻，输入滤波电容
算法	神经网络识别	解决传统视觉对装甲板识别的繁琐调试以及对能量机关的稳定识别	通过 TUP 战队的开源完成目标，效果不错
	预测	建立整车模型，对车进行旋转和平移的运动状态估计，并于此估计装甲板位置，实现对能量机关的激活	由于坐标系解算失败，并没有建立模型，只是将得到的旋转速度建立装甲板的正弦运动方程中，尝试使用 EKF 使用 KF 预测成功激活，但命中率不高，激活概率低

## 2.2.4 已规划未实现功能及原因

### 1. 稳定的拨弹效果：仍有一定的卡弹概率

24 赛季初次采取半上供弹结构以满足新赛季规则需求，而抛弃以往稳定的上供弹设计，供弹方案的不成熟导致如今拨弹效果并不稳定。因分弹片需要硬而有弹性，而联盟赛使用的分弹片为 tpu，只考虑了其的弹性，但后面发现 tpu 在时间长之后会发生非弹性形变，导致弹丸会出现完全卡死的情况。区域赛换成 pp 板贴特氟龙，效果略有改善，出现了卡弹但不会完全卡死的情况。

### 2. 采用新的限位方式：仍用以前的限位方式

尝试采用 u 型轴承进行限位，由于轴承是用螺栓固定在枪管上，而枪管为打印件，在弹丸的多次挤压后会产生虚位，再加上时间较为紧迫，故用回了原来的方式。

### 3. 稳定的飞坡能力：在测试中并不太稳定，赛场上并没有尝试过飞坡

在设计底盘的防撞条时没有考虑到全向轮所设计的防撞条与麦轮有所不同，全向轮防撞条在正前方处会有两个角，因而出现在下台阶以及飞坡时会出现防撞条先撞地面导致翻车。

尽管在正前方的装甲板下面加导轮就能够实现稳定下台阶，但飞坡仍不太稳定。

#### 4. 起伏路段时效果稳定：在起伏路段效果不太理想

选用软的避震弹簧，虽然能在飞坡、下阶梯以及过起伏路段起到较好的缓冲作用，但会导致云台摇晃得很严重，影响自瞄的准确率、弹丸的命中率以及操作手的操作体验；而用硬的避震弹，虽然能使云台的晃动大大减小，但几乎没有缓冲作用。结合老队员去年的经验，最终选择了使用去年的避震弹簧。

#### 5. 研发新拓扑控制板：仍用旧的 Buck 控制板

四开关双向控制板的研发过程中，硬件上：出现采样电路精度低、24-12-5-3.3 的电源电路存在发热，效率低、自举 mos 驱动电路异常，效率低、四开关 mos 电路异常等问题，进行了多次硬件上的迭代。因队内资金紧张，每次改版只能用嘉立创白嫖的卷（无 SMT），等寄回人肉贴片。硬件上迭代时间长。软件上：到后期调试，发现控制算法存在 bug，导致点亮电容，板子烧毁。最终比赛临近软件没调试好，才决定用回原先控制板，追求高稳定性。

#### 6. 轮腿步兵：只有简易轮腿底盘

在用以调试的简易轮腿底盘发现，所采用的关节电机的扭矩达不到轮腿的长期的运动需求；机械结构上也存在不少问题与隐患。且由于时间紧迫不能在区域赛前确保更换关节电机版迭代的轮腿的稳定性，故在区域赛作罢。

## 2.2.5 有比赛需求未规划功能及原因

### 1. 舵轮底盘：

舵轮底盘在做好转向过程中的功率分配的情况下，其全向移动与小陀螺时对比传统的麦轮底盘、全向轮底盘均可以做到功率利用的最大化，但是由于队伍前两年为省成本选用 2006 当舵向底盘，导致底盘成本虽比主流的用 6020 当舵向电机低，但是其重量与实际实现效果均不理想；再加上队伍资金与人力的短缺，所以本赛季初选择放弃舵轮底盘的研发。

### 2. 电控代码的重构：

由于队伍人员流动频繁、能力普遍一般，再加上代码管理的混乱等种种原因，导致步兵电控代码在几年的传承过程中变得十分臃肿且混乱，故重构一份清晰整洁、简单易读的代码尤为重要，但由于任务繁重且间距且整个队伍的构成基本为大一大二的学生，能力稍有不足，故在一番尝试后决定只在当前的代码上进行删减，不进行代码重构。

### 3. 优良的避震系统：

借鉴 23 赛季的情况分析与队员经验，导致负责人设计时认为避震系统在当今的赛季已经不再十分重要，能够勉强使用即可；但实际赛场却发现避震效果确实对整场比赛的结果有着一定的影响，包括影响车辆的行进稳定性、云台稳定性、操作手决策等。

## 2.2.6 已规划功能且成功实现及原因

### 1. 陀螺仪解算优化：

这赛季的陀螺仪解算由一名电控队员持续负责，陀螺仪解算的优化关乎自瞄效果的好与坏，虽然实际上直到前往区域赛赛场的前一天才发现优化后的陀螺仪的解算上仍存在误差，但是由于负责人的理论知识丰富、实际测试经验丰富，故仅仅花了一晚上便成功排查并解决问题，使得陀螺仪稳定性大幅提升。

### 2. 小型化、轻量化设计：

小型化的车辆可以在作战中来回穿梭、通过狭窄地形；轻量化的车辆可以在相同功率下获得更大的速度，提高功率的利用率，大幅提升车辆性能；再加上场地改动的加持，小型化、轻量化是这个赛季设计的主要设计目标，最终以隧道尺寸对车辆进行尺寸限制设计出步兵整体结构。

### 3. 重力补偿云台：

借鉴广东工业大学的开源文档，将云台 pitch 实现重力补偿抵消力矩，使得 pitch 负载电机输出全部作用于转动上，大幅提高响应效果与可控性。

## 2.2.7 针对比赛需求已实现功能及原因

### 1. 能量机关激活

能量机关的激活包括算法识别、电控响应、机械弹道、场地道具四个重要部分，其中场地道具是基础，23 赛季正是因为队内没有一个好用的能量机关用于调试，才导致 23 赛季未能成功激活。而想要稳定开符则从机械到电控再到算法均需要精益求精，才能环环相扣将误差压缩至最小，实现能量机关的激活。

### 2. 功率算法优化

功率算法的优化可以在车辆硬件基础确定的情况下，通过软件控制使得车辆尽可能吃满裁判系统给定的功率，减少功率的浪费，防止电容被偷吃。功率算法的优化需要大量的调试时间，而优化得以实现正是因为借鉴优秀队伍的开源以及大量调试，最终才能使得步兵机器人尽可能吃满裁判系统所给定的功率。

## 2.2.8 已成功实现功能原因与未成功实现功能原因对比分析

综合以上几点的原因，我们认为决定一个功能能否实现的最重要的因素便是是否下决心花费时间成本对其进行深入研究，未成功实现的原因不是因为决策动摇不定就是因为未花费足够的时间成本进行研究，这也对应了组委会希望参赛队员达到的要求：格物致知。想要实现一个完善的功能必须有人花费大量的学习成本弄清其中的原理，才能在实际开发应用中准确定位问题，使其成功实现对应功能。

## 2.2.9 赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析

表 2-5 步兵规划与实际人力投入对比表

类别	功能模块	具体机构	规划人员安排		实际人力投入		
机械	底盘	自适应全向轮底盘	机械	朱熙扬	机械	朱熙扬	
			机械	林潼	机械	林潼	
					机械	黄皓杰	
		自适应麦轮底盘	机械	陈洵敬(已离队)	机械	陈洵敬(已离队)	
		平衡步兵底盘	机械	谭恩霖	机械	谭恩霖	
			机械	陈星志	机械	陈星志	
	云台	全向轮云台	机械	朱熙扬	机械	林潼	
			机械	林潼	机械	朱熙扬	
		麦轮云台	机械	陈星志	机械	陈星志	
			机械	谭恩霖	机械	谭恩霖	
	电控	功率	功率算法	电控	刘华轩	电控	刘华轩
		布线	4号全向轮	电控	吴宇霖	电控	吴宇霖
			3号全向轮	电控	朱熙扬	电控	朱熙扬
				电控	黄子锋	电控	黄子锋

类别	功能模块	具体机构	规划人员安排		实际人力投入	
	代码优化	步兵组通用代码	顾问	朱熙帆	顾问	朱熙帆
	IMU 解算优化	C 板陀螺仪	电控	刘华轩	电控	刘华轩
	平衡控制	轮腿底盘	电控	王森	电控	王森
			电控	廖文昊(已离队)	电控	廖文昊(已离队)
硬件	超级电容	超级电容控制板、电容组	硬件	邓尚华	硬件	邓尚华
算法	识别	引入神经网络	算法	谢锡烘(已离队)	机械	谢锡烘(已离队)
					算法	李由
					算法	吴凯杰
	预测	整车预测	算法	谢锡烘(已离队)	算法	谢锡烘(已离队)
	预测	车辆旋转状态估计	算法	吴凯杰	算法	吴凯杰
	预测	能量机关	算法	罗月瑜	算法	罗月瑜
算法					张俊杰	
算法					谢尚涛	

## 2.2.10 经验总结

根据 24 赛季的经历分析，可总结出以下三点经验：

### 1. 做好兵种目标制定：

在寒假备赛期间，我们决定制作出一台能通过隧道的步兵，但是这个决定对于备赛来说已经是特别缓慢的进度了，致使后来整个步兵组一直处于赶工状态。故决策应提早制定，并坚定不移地执行，其他非必要的重大决策要么做沉淀要么不执行，如今年的轮腿底盘，只进行技术沉淀，不影响主进度，但又可以为队伍发展做出贡献。

### 2. 做好合理人员分配：

由于工期的极限压缩，导致后期在工作分配上也没能很好地处理，机械装车人员、电控布线人员、算法调试人员的分工上均存在许多不合理之处；故还是需要先做好人员分配，每个人完成对应的工作后，在能力范围内帮助整个车组，甚至整个队伍去做提升，

### 3. 做好合理工作分配：

机器人的部分性能在整台车未造出来的情况下也是可以进行实测的。例如，测试拨盘是否卡弹，弹链是否摩擦力太大等等，可以将组员分配为测试、画图、装车，这样能减少有的组员在画图而其他组员在等待的情况发生，同时，若在整车装完后却发现拨盘卡弹等等的情况出现，此时就需要重新拆车、装车，重新改图纸。因此如果前期做了一些测试，那么就能减少后期时间的浪费。

## 2.3 哨兵机器人

### 2.3.1 赛季哨兵机器人规则分析

与 2023 赛季相比，2024 赛季的哨兵机器人规则变化较小，但变化的方向逐渐向全自动方向，自主决策的重要性开始显现，主要体现在以下几个方面：

- 哨兵的巡逻区由原来的地面巡逻区、R3 梯形高地、R4 梯形高地的基础上增加了 R2 环形高地区域，并且哨兵现在可以站在能量机关激活区进行打符，同样的，在前哨站被击毁的情况下，若哨兵机器人未上场、被罚下、首次战亡或离开哨兵巡逻区超过 40 秒，则该己方基地护甲展开。
- 底盘功率由原先的 150W 降低至 100W，对底盘功率的限制增加。
- 17mm 初始允许发弹量为 400 发，并且可以在补血点兑换或远程兑换允许发弹量，仍然可以拥有两个发射机构，热量上限提升至 400，每秒冷却值仍为 80。
- 取消了起伏路段，并加宽了 R3 高地梯形与哨兵地面相连接坡度的宽度。

- 哨兵在初始尺寸限制 700mm\*700mm\*700mm 的基础上，最大可变形尺寸可 800mm\*800mm\*800mm。
- 云台手每向哨兵发送一条信息需花费 50 金币。
- 新增复活机制，每局比赛中，哨兵机器人至多可复活 4 次，可以通过串口通信发送复活信号，复活后血量将立即恢复至上限血量的 100%，且哨兵的初始血量为 400，前哨站被击毁后增加 600 血量，但复活后只有 400 血量。新增了哨兵的复活机制，意味着即使哨兵被击杀后也依旧有战斗的机会，可以通过复活后继续对基地进行保护或者对对面发起反攻。而且官方对去年开放的云台手对哨兵发送信息的接口进行了限制，这也意味着如果要实现以上功能，也对哨兵机器人的自主决策，自主移动的能力有了更高的要求。
- 功率上限的降低对哨兵较强的运动能力进行了一定的削弱，鼓励参赛队伍使用超电。且在环形高地增加的多块巡逻区，意味着哨兵需增加其上坡能力。24 赛季的哨兵基本延续了之前的 17mm 弹丸发射的相关机制，可以拥有两个发射机构，但热量上限有所增加。对哨兵的发射机构基本没有什么改动，仍然可以发挥中后期防守核心的作用，但要求对热量算法等得提升。在规则大改的第二个赛季，各个队伍的哨兵机器人尽显风华，这也促使哨兵急需对各类路径规划算法进行优化，并且官方的规则也符合当下前端机器人领域人工智能的概念，一个能针对战场情况进行实时的决策改变的机器人在当下已成主流，如：快递车、送餐机器人。

### 2.3.2 赛季哨兵机器人功能分析

综合 23 赛季的经验，在整体结构设计仍以步兵为蓝本做参考，因为其允许尺寸比步兵大，去年尺寸设计较大，但灵活性较差，今年设计方向为向小、灵活性好的方向设计。由于哨兵需全自动运行，且今年向哨兵发送信息需要以金币为代价，于是对哨兵的全自动提出了更高的要求。而且今年新增加了哨兵的复活机制，对于决策的逻辑优先级判断与战场的实时状态判断提供了新的考验。

### 2.3.3 赛季初目标功能需求与实际实现功能的对比

表 2-6 哨兵赛季目标与实际功能对比表

种别	模块	赛季初目标功能需求	实际实现功能
机械	云台	解决半上供弹造成的转动惯量大的问题； 在不遮蔽 mid360 的扫描视野的情况下，减少云台的重量负荷。	半上供弹弹仓采取玻纤材料构造以减重以及 yaw 轴采取深沟球轴承与滚针轴承双轴承构造增大卸力度，最终转动惯量较小； Pitch 轴云台部分采用重补，减少了其重量负荷问题
	底盘	能快速旋转进行防御； 增加防滑处理减少打滑影响； 过起伏路段时避震效果稳定	舵轮改全向轮结构，小陀螺转速稳定且迅速； 增加悬挂的弹簧承受强度，起伏路段中避震效果稳定； 增打滑处理，未出现打滑现象。
	发射	保证弹道集中，确保弹速稳定，不超热量，不超射频，减少卡弹的可能性。	弹道散布较小，效果勉强满足比赛需求（5m 内小装甲板命中率 85%）； 弹速较稳定，不超热量，不超射频（弹速在 25.5-26.4）； 拨弹结构仍不稳定，有卡弹概率。
电控	综合	实现正常的功能运动，并配合算法实现导航、自瞄的实现以及决策的模式切换	哨兵基础功能正常实现； 云台可控性勉强满足赛场需求，但仍有较大不可控限制； 自瞄部分难以实现抵达发射方位。
算法	导航决策	通过 mid360 实现导航，摄像头准确进行上位机实现战场各种情况决策的变化并实时决策。	使用激光雷达发布的消息实现定位和避障功能，通过 ROS 通信机制实现通信； 能对裁判系统发送的实时数据等进行处理并进行决策判断； （但由于硬件问题，会出现跑飞现象）
	自瞄识别	稳定的自动瞄准算法	场地内自主瞄准小装甲板实现击打，命中率仅 30%，虽实现自主性但效率低； 自瞄部分云台稳定滞后且识别帧率较低。

### 2.3.4 已规划未实现功能及原因

#### 1. 稳定的拨弹效果：仍有一定的卡弹概率（弹丸跳弹与分弹片处卡死）

24 赛季初次采取半上供弹结构以满足新赛季规则需求，而抛弃以往稳定的上供弹设计，供弹方案的不成熟导致如今拨弹效果并不稳定。

#### 2. 稳定的自动瞄准算法：虽实现但效果并不稳定，自主击打小装甲板命中率低下

由于算法代码的更改，由传统视觉识别转化为神经网络识别，并加上了预测，但细节处处理较差，稳定性差，但相较去年准确度有较多提升。

#### 3. 自动巡航算法的稳定性：适应性训练及正式比赛时偶尔会出现导航跑飞现象

硬件方面的不足，雷达与小电脑间的通讯不够稳定。

### 2.3.5 有比赛需求未规划功能及原因

#### 1. 双发射机构：赛季中期，为了加强哨兵的火力，机械上曾为哨兵增加成双枪管，但临近联盟赛又改为单枪管

由于加多了一个枪管，哨兵云台重量负载大，加上当初重补采取卷簧构造，重补线性效果并不理想，导致电控难以控制甚至影响自瞄，最后放弃了该方案；

#### 2. 上坡击打：为了哨兵能够上坡占据较好的视野，曾想让哨兵导航上坡

一是机械结构上重心较高，上坡容易但下坡容易翻车，二是算法需要将目前的 2D 导航改成 3D 导航，甚至整个框架的更改，稳定性较差，且更改成新框架需要时间长，测试时间短，后面尝试了 2D 导航强行上坡但也只能上缓坡。

### 2.3.6 已规划功能且成功实现及原因

- 转动惯量小：半上供弹弹仓采取玻纤材料构造以减重以及 yaw 轴采取深沟球轴承与滚针轴承双轴承构造增大卸力度；放弃区域赛雷达灯条位置安放方案，去除云台上方 5mm 玻纤板材，采取新的方案，最终转动惯量得以减小。
- 全向移动、小陀螺转速高且稳定：抛弃前赛季舵轮方案，采用全向轮方案，满足哨兵在多环境下全向移动的同时，小陀螺转速高且稳定。
- 满足赛场需求的发射机构（5m 内小装甲板命中率 85%）：初始时对发射机构设计定心方案，但在弹道稳定一段时间后，定心处的打印件变形，导致散布变大，后仅对发射机构的限位开关进行微小改动，以减小散布，得以实现能满足赛场需求的命中效率，且弹速稳定在 25.7-26.5。
- 哨兵自瞄基础功能的实现：通过参考他校开源与前人留下的积淀进行研发。
- 哨兵导航决策基础功能的实现：通过 mid360 实现导航，摄像头准确进行上位机实现战场

各种情况决策的变化并实时决策，使用激光雷达发布的消息实现定位和避障功能，通过 ROS 通信机制实现通信

- 哨兵运行基础功能的实现：老队员对步兵电控的代码加以更改后，移植至哨兵电控代码身上，实现其全向移动与击打发射的基础性功能。

### 2.3.7 针对比赛需求已实现功能及原因

- 哨兵机器人自主打击需求：由于哨兵机器人为自主运行自主反击，因此在联盟赛期间经常出现由于哨兵机器人云台巡航不及时导致被敌方钻空子、因敌对单位从哨兵前方视觉盲角突破导致哨兵无法及时扫描到敌方机器人等问题。我们在南部区域赛解决该问题的方法是：将雷达上方左置方案改为雷达下位前侧置，以达到及时扫描到前方位敌对单位，并且增大巡航转动速度。同时，在云台手战略指挥层面，加入了攻击前哨、返回基地、敌方机器人不同兵种优先级锁定等可以在场上及时调配的功能，以此满足哨兵机器人的自主打击需求。
- 稳定生存需求：联盟赛期间，由于多次见到我方全向步兵 RFID 离线、超射速、超热量以及本身结构强度等一系列稳定性问题后，在区域赛前我们做了一系列改善处理：
  1. RFID 屏蔽方案调试，RFID 四周用锡纸包裹；
  2. 电控代码限制射频；
  3. 哨兵暴力碰撞，抗击打测试

### 2.3.8 已成功实现功能原因与未成功实现功能原因对比分析

在机器人竞赛领域，一个队伍的技术积累和创新是成功的关键。我方队伍在底盘悬挂系统、瞄准算法和发射机构等方面得益于前辈队员的深厚积淀和引领，体现了“前人栽树，后人乘凉”的智慧传承。本赛季，我方在哨兵机械结构方面进行了重大调整，从传统的上供弹体系转变为半上供弹体系，并将舵轮底盘替换为全向轮底盘。尽管弹道性能相较于上赛季并未显著提升，整体结构也尚存稳定性问题，但在区域赛临近时，我们成功解决了弹道散布问题，实现了 5 米范围内对小型装甲板 85% 的命中率，偶尔出现的擦枪管现象也在可控范围内。此外，全向移动和小陀螺防御等功能均表现良好。

在自动瞄准算法方面，尽管没有取得革命性的进展，但相比上赛季，我方机器人已能实现自主应对敌人。然而，由于机械和硬件的限制，云台响应存在一定的滞后。本赛季最大的突破来自导航决策领域，在经验丰富的老队员和新队员的共同努力下，哨兵的导航决策功能已能稳定运行，包括向前哨站推进、返回基地、躲避敌方无人机攻击和自主对抗敌人。

尽管稳定性有待提高，但与上赛季相比，这一进展是显著的。本赛季，我们的哨兵机器人经历了三次迭代，从设计到制造、调试和测试，整个过程耗时较长。虽然我们在一定程度

上提高了性能，但效率并不理想，导致许多问题仍未得到彻底解决，仅满足了比赛的基本需求，如（未完全实现功能）：

表 2-7 哨兵未实现功能分析表

未实现功能	原因
稳定的拨弹效果与弹道稳定（5m 内小装甲板命中率 100%）	<p>★ 24 赛季初次采取半上供弹结构以满足新赛季规则需求，而抛弃以往稳定的上供弹设计，供弹方案的不成熟导致如今拨弹效果并不稳定。</p> <p>★ 以往战队并未对小弹丸兵种进行定心处理，只用限位开关对弹丸进行微定心，为后续解决弹道问题增大工作难度，并且没有经验充分的老队员带领。</p> <p>★ 浪费过多时间在整体迭代上而忽视对基础功能的性能迭代。</p>
稳定的自动瞄准算法	<p>本队对视觉识别系统进行了算法更新，由传统图像处理转变为采用神经网络技术，并集成了预测功能。这一变革显著提高了识别准确度，尽管在细节处理和稳定性方面存在挑战。相比去年，准确度的提升是显而易见的。未来，我们将继续优化神经网络，改进预测算法，以提升系统性能。</p>
自动巡航的稳定性	<p>硬件方面的不足，雷达与小电脑间的通讯不够稳定。</p>

### 2.3.9 赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析

表 2-8 哨兵规划与实际人力投入对比表

类别	功能模块	具体机构	规划人员安排		实际人力投入		
			机械	电控	机械	电控	
机械	底盘	自适应全向轮底盘	机械	陈洵敬(已离队)	机械	陈洵敬(已离队)	
			机械	陈健安(已离队)	机械	陈健安(已离队)	
	云台	半上供弹拨弹机构	机械	陈洵敬(已离队)	机械	陈洵敬(已离队)	
			机械	陈健安(已离队)	机械	陈健安(已离队)	
					机械	吕佳杰	
	云台	重力补偿	机械	李宏力(已离队)	机械	李宏力(已离队)	
			机械	吕佳杰	机械	吕佳杰	
	云台	迭代	机械	李宏力(已离队)	机械	李宏力(已离队)	
			机械	吕佳杰	机械	吕佳杰	
			机械	陈溥洽	机械	陈溥洽	
	电控	电控运行代码	哨兵基础运行代码整理优化与导航方面的通信	电控	郭光翀(已离队)	电控	郭光翀(已离队)
				电控	李宇盛(已离队)	电控	李宇盛(已离队)
算法	导航决策	基础导航决策运行	算法	彭绍辉	算法	彭绍辉	
			算法	邓锦桦	算法	邓锦桦	
视觉	自瞄	自瞄识别	视觉	邝泽添(已离队)	视觉	邝泽添(已离队)	

- 哨兵组是战队内部兵种前期人员缺失最严重的一组，在招新前，机械造车方面仅一位退队老队员和一位大二工程造哨兵，电控代码方面仅一位大二与一位大四进行代码优化维新，导航与自瞄方面也仅各一位大二进行工作，由此在前期哨兵进程缓慢且艰难，幸运的是通过招新，哨兵组引进了多位敢干且努力奋进的新苗，促进了哨兵研发较为顺利进行。

## 2.3.10 经验总结

- 在 Robomaster 的新赛季，战略规划和规则理解是成功的关键。赛季初，必须对兵种特性有深刻理解，避免过度规划，以免影响进度和效率。新赛季应稳步前进，保持既有优势，同时补强短板，避免急功近利。
- 在机械设计方面，应继承并优化高效的设计元素，避免重大改动。针对新赛季的需求，采取保守设计策略，确保未来修改需求的最小化。设计过程中应借鉴优秀开源项目，避免重复工作。仅在资源充足的情况下，考虑更大胆地创新尝试。
- 电控部分需要解决代码冗余问题，提高代码质量。及时将代码上传至版本控制系统，如 GitHub，以便于版本管理和问题追踪。优化现有控制算法，以提高系统性能。
- 算法开发应基于理论指导，确保自动瞄准和导航算法的科学性和可行性。对于通信问题，算法团队应与电控团队紧密合作，共同解决，避免孤军奋战。决策算法的验证需要通过广泛的测试，包括白盒测试和黑盒测试，以确保算法能够应对赛场上各种复杂情况。
- 整体而言，新赛季的准备工作应注重团队合作、资源优化和科学研究。通过精细化的管理和创新思维，我们的队伍将能够在激烈的竞赛中脱颖而出，实现技术突破和竞赛成绩的双重提升。

## 2.4 工程机器人

### 2.4.1 赛季工程机器人规则分析

- 金矿固定放置于资源岛中，取消掉落机制，则不再需要空接机构。
- 在比赛的第一分钟，占领资源岛增益点的工程机器人可获得 **75%**防御增益。在比赛的前三分钟，工程机器人拥有 **50%**防御增益。鼓励金矿抢夺，特别是前一分钟第一个金矿
- 占领兑换区增益点后，工程机器人将处于无敌状态，用于新赛季保护工程兑矿。
- 在操作手选定兑换难度，且兑换框运动到选定难度对应的位姿后，直到确认兑换或取消兑换为止，本次兑换所能获得的金币价值将随这期间经历的时间下降。对工程兑换的速度有了进一步要求。

### 2.4.2 赛季工程机器人功能分析

新赛季工程血量削减，只在前三分钟拥有防御加成，意味着工程的作用被削减为只兑换矿石提供经济，且只能在前三分钟有稳定前往中央大资源岛争夺金矿石的能力，因此要求工程拥有快速夹取与兑换能力。预定设计两套夹取机构，一套是具有较高的灵活度，在可升降和伸缩的平台上用于兑换的机械臂，另一套则采取固定的夹取动作以较快的速度吸取矿石，目标为可以一次性夹取两个大资源岛金矿。

### 2.4.3 赛季初目标功能需求与实际功能的对比

表 2-9 工程赛季目标与实际功能对比表

种别	模块	赛季初目标功能需求	实际实现功能
机械	夹取	在行驶过程中不易掉落；能快速夹取大小资源 岛矿石	<p>丁腈橡胶吸盘不能牢固地吸取矿石后将其换为直径 80mm 的硅胶吸盘使机械臂能够牢固地吸住矿石在行驶中不易掉落；</p> <p>小资源岛，采用 5 自由度的小型机械臂（兑换臂）采用多次夹取矿石的（先从矿石正上方吸取矿石将矿石从凹槽中取出，再从矿石的正前方夹取矿石，以保证兑换时矿石二维码朝向正确）</p>
	底盘	提高起伏路段稳定性；优化底盘空间布局；增强抓地力	<p>修改了一代车的避震方向，将避震座由车体的中央改为安装的车体四角，减少对中间其他机构安装位置的占据或避免为了安装避震座而局限其他机构的安装布局，从而优化底盘空间布局；</p> <p>二代车的避震，解决了一代车伸出机构伸出时整车前倾严重的问题，同时也具有较好的抓地力，能够稳定的在起伏路段行驶。</p>
	存矿	搬运时能保持矿石稳定	<p>为了降低整车重量，优化车体机构，将存矿机构删除。</p> <p>存矿方式改为：</p> <p>取金矿时，辅助取矿臂（小型 3 自由度机械臂）先取出金矿传递给兑换臂（5 自由度小型机械臂）再取第二颗金矿；</p> <p>取银矿时则相反由兑换臂先取矿石传递给辅助臂后再夹取一颗；</p> <p>但因机构设计本身存在设计缺陷存矿功能并不稳定。</p>
	兑换	能快速完成高难度兑换	<p>采用 5 自由度小型机械臂加上底盘移动，配合自定义控制器能够完成较高难度矿石兑换。但自由控制器存在延迟及云台安装不合理（难以观察完整兑换筐姿态），兑换效率不高，有待提升。</p>
电控	夹取和存矿	动作设计要能流畅夹矿和存矿，简单且高效	<p>写动作的代码已经由原来的多个 c 文件优化为两个 c 文件，大大减少了写动作的时间；</p> <p>增加一个电磁阀以及改变气管的连接方式成功实现夹取和兑换的吸盘可以立即吸气和泄气；</p>
	兑换	可以用自定义控制器控制兑矿	<p>用 AS5600 收集控制器每个轴的编码值，再将数值统一打包，通过串口传给机器人。再通过解包把编码值传给每个轴，实现用自定义控制器基本控制机器人。</p>

种别	模块	赛季初目标功能需求	实际实现功能
			但在自定义控制器连接裁判系统时，自定义控制器会出现明显的延迟及丢包问题（目前怀疑是传输过程中受到杂波的影响）；

#### 2.4.4 已规划未实现功能及原因

1. 采用公式化动作快速夺取金矿：成功夹取金矿并将金矿抽出通道的概率不高，功能实现。不稳定

pitch 轴在吸取矿石后会产生一定量的下坠，这部分下坠一部分源于吸盘的变形，另一方面源于舵机在吸取吸盘前后力矩的改变。难以将矿石从甬道抽出。如果将硅胶吸盘换回丁腈橡胶吸盘则吸盘吸力不够，通过荒地区时矿石会掉落。后续计划修改机构但考虑到时间紧张，以及避免影响整车的稳定性没有进行。

2. 通过两机械臂之间传递的方法夹取并存储一颗矿石：可以夹取银矿，并存储但存储功能不稳定，经常出现掉矿石卡矿石的现象。

由于设计原因，兑换臂收回时会经常出现卡齿现象不能及时收回，而且兑换的 pitch 轴的传动结构容易损坏，常出现兑换舵的 pitch 轴运动多次后，回到 normal 模式的时候 pitch 轴不能保持水平，使得传递有问题；

3. 高效率地完成矿石兑换：可以完成较高难度的矿石兑换，但效率不高。

兑换机械臂本身只有伸缩和抬升，缺少横移只能大概底盘实现横移，底盘运动时，机械臂晃动幅度大不好调整；图传位置设计不合理，导致视野获取有限不能根据兑换筐姿态快速调整矿石姿态，自定义控制器本身存在延迟；

4. 用控制器实现矿石兑换：

本赛季规划设计控制器来控制工程兑换，但是控制器连接裁判系统时会出现延迟以及丢包的情况，使流畅兑换并未实现。

#### 2.4.5 有比赛需求未规划功能及原因

1. 兑换机械臂横向运动：

增加横向运动后，可以使得兑换时更加轻松，但为了避免机械臂过重导致前倾严重，整车超重问题所以在设计初考虑通过底盘运动的方式来实现机械臂横向移动。

2. 视觉自动兑换或辅助兑：

用视觉自动兑换或辅助兑可以减少兑换的时间，提高兑换的成功率；但是这需要大量的

时间学习姿态解算以及视觉方面的知识；而我们还没有稳定的自定义控制器，因此首要任务是打造出稳定并且能流畅控制工程的自定义控制器。

## 2.4.6 已经规划功能且成功实现及原因

### 1. 稳定的底盘，确保工程机器人移动取矿兑换过程稳定进行：

本队有一定的纵式悬挂积累，因此通过采用纵臂式悬挂的方式，根据一代底盘设计的经验及实际效果，优化了悬挂结构，修改了避震方向由车体中心改为车体四角，整体优化底盘布局，使得整车可以稳定地通过各种路段，有效解决兑换时车体前倾下沉的问题，同时悬挂结构更加简单方便日常维护。

### 2. 小资源岛取矿：

主要采用抬升，前伸，机械臂末端实现小资源岛矿石夹取，由于采用双机械臂的方案，工程机器人整体机构偏多，此时再设计转矿机构可用则略显拥挤同时也会影响工程机器人本身稳定性，因此采用二次取矿的方式（机械臂末端吸盘先从矿石正上方将矿石从凹槽中取出后放在凹槽旁边，再通过机械臂末端吸盘从矿石正前方夹取，保证兑矿时二维码朝下。），取得银矿的同时也保证二维码朝向正确。

### 3. 通过自定义控制器配合键鼠操作实现较高难度兑换：

采用孪生臂的方式，根据兑换臂设计小型兑换臂通过操作小兑换臂配合角度传感器完成对兑换臂的控制，避开复杂的运动解算。但由于存在延迟问题因此兑换效率并没有明显提高

### 4. 用兑换舵夹取银矿：

修改一代机械臂结构，取消五级兑换难度为代价，保证可以夹取和传递矿石并保证矿石二维码朝向的正确。

## 2.4.7 针对比赛需求已实现功能及原因

### 1. 实现较高难度矿石兑换需求：

本赛季工程血量和防御增益大不如上赛季，因此上赛季工程不兑矿去卡位置的操作在本赛季进行不同，加之本赛季兑换难度相比较上赛季有所提高，实现较高难度兑换以保证团队经济的需求迫在眉睫。因此本赛季采用 5 自由度（抬升，伸缩，yaw 轴 pitch 轴，roll 轴）小型机械臂一代可以实现五级兑换难度，但因为龙门架设计缺陷一代机械臂无法取矿而且时间所剩不多，因此决定在一代机械臂上修改以牺牲五级兑换难度为代价获得夹取银矿和传递矿石的能力，在通过兑换四级难度矿石为团队提供一定经济。

### 2. 稳定的底盘需求：

本赛季荒地区路面起伏大，而且兑换是龙门架需要伸出，一旦底盘不稳极易翻车，

本队采用麦轮底盘加纵臂式悬挂结构。因队内对该底盘有一定的积累因此根据一代底盘测试的问题设计出二代底盘，满足了这一需求。

## 2.4.8 已成功实现功能与未成功实现功能原因对比分析

本赛季，我方根据上赛季工程表现结合本赛季具体实际情况需要，对工程机械结构方面进行了相应的调整，将主要结构为一个六轴的机械臂，辅以龙门架的抬升以及伸出转变为采用龙门架加小三轴兑换机械臂，操作起来更加简单方便。抬升方面由一级抬升依靠同步带传动转变为丝杆配合开口同步带轮的二级抬升，尽管经过两次迭代后龙门架结构依旧不稳定但在临界区域时，我们通过增加直线导轨并加固龙门架机架的方式成功地解决了这一关键问题，整体上可以稳定地实现较高难度的矿石兑换。尽管兑换效率有待提高，但相较于上一赛季，本赛季工程在兑换能力上有了显著提升。本赛季工程经历二次迭代，从设计到制造、调试和测试，整个过程耗时较长。虽然性能在一定程度上有所提升，但取矿能力，视野获取等问题仍未得到解决，在比赛时仅能满足最基本的需求。

表 2-10 工程未实现功能分析表

未实现功能	原因
快速稳定地获取金矿及银矿并存储以颗矿石	本赛季初目标为取大资源岛金矿，小资源岛银矿并同时能存储一颗矿石，首次选择双机械臂机构，但由于缺乏设计经验而且设计时间比较紧张尽管经过多次迭代修改，但双机械臂实际效果并不稳定。虽然能完成取矿但效率低下，而且存矿功能尚不能实现且又临近比赛，大规模的改动容易影响其稳定性，故放弃大资源岛金矿及存矿功能。 由于图传安装位置不合理导致工程视野极差，难以观察到矿石姿态，导致取矿效率低下
高效地兑换较高难度矿石（快速地完成四级难度的矿石兑换，完成五级难度兑换）	一代机械臂原本可以实现五级兑换难度，但由于龙门架本身设计有缺陷，导致一代机械臂无法取到银矿以及接收和传递矿石，后由于时间紧张，来不及重新设计龙门架因此放弃五级兑换，修改原来机械臂以满足递矿和取银矿。 图传安装位置不合理，导致无法很好地观察到兑换筐姿态和矿石姿态严重影响兑换效率
合理的云台设计，以获得较广的视野	本赛季工程机构较多，导致留给图传安装的位置极少，不方便设计可以运动的图传机构且原来图传位置被兑换臂遮挡导致工程机器人实际获得视野极差。
利用自定义控制器高效实现高效兑换	自定义控制器在连接裁判系统时会出现延迟以及丢包的现象。使工程机器人在兑矿时会抽动，不能流畅地进行兑矿。

## 2.4.9 赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析

工程组是战队内部兵种前期人员缺失较严重的一组，在招新前，机械造车方面仅一位退役老队员和一位大二工程组员，电控代码方面仅两位大二组内队员进行代码优化维新，由此在前期工程进程缓慢且艰难，幸运的是通过招新，工程组引进了多位敢于且努力奋进的新苗，促进了工程研发较为顺利进行。

表 2-11 工程规划与实际投入人力分析表

类别	功能模块	具体机构	规划人员安排		实际人力投入	
机械	夹取	(5 自由度) 兑换臂; 辅助夹矿臂	机械	陈健安 (已离队)	机械	陈健安 (已离队)
	底盘	一二代底盘及悬挂	机械	陈健安 (已离队)	机械	陈健安 (已离队)
	存矿	存矿机构	机械	陈健安 (已离队)	机械	陈健安 (已离队)
	兑换	一二代兑换机械臂; 自定义控制器	机械	陈健安 (已离队)	机械	陈健安 (已离队)
		机械			丁晓中	
		机械			黄烨 (已离队)	
		电控			黄皓杰	
电控	控制	自定义控制器代码的编写	电控	凌浩天	电控	凌浩天
		整车代码的优化	电控	凌浩天	电控	凌浩天
		整车布线和线路优化	电控	黄皓杰	电控	黄皓杰

## 2.4.10 经验总结

在 Robmaster 的比赛中合理的赛季规划，深刻理解比赛规则极其重要。赛季初，必须充分理解规则变化，以根据不同兵种特点作出相应的战略调整。同时只有充分了解新赛季场地的变化，才能做出相应的设计改进。

在机械方面，应多学习借鉴优秀设计开源，继承并根据设计情况进行优化设计。机械设计不能只单单完成设计建模，应学习使用仿真软件以验证设计是否可行是否可靠。同时进

行实际测试也是必不可少的，现实中影响机械机构运动的因素非常复杂，单纯依靠仿真技术并不能保证方案是否可行因此必须到实践中检验。

电控算法开发应基于理论指导，确保视觉自动兑换，辅助兑换科学性和可行性。对于通信问题，算法团队应与电控团队紧密合作，共同解决，避免孤军奋战。决策算法的验证需要通过广泛的测试，包括白盒测试和黑盒测试，以确保算法能够应对赛场上各种复杂情况。

整体而言，新赛季的工作应更加注重团队合作、资源优化和科学研究。要制定合理的赛季规划，各组相互协调相互配合，这样才能提高效率，我们的队伍才能够在激烈的竞赛中脱颖而出，实现技术突破和竞赛成绩的双重提升。

## 2.5 英雄机器人

### 2.5.1 赛季英雄机器人规则分析

对比 23 赛季的规则，24 赛季与英雄机器人相关的更改主要有：

- 增加了半自动的全新控制模式。
- 性能体系的更改，所选择属性由原来性能优势转变成了成长优势。

英雄机器人最大的改变即拥有了全新的半自动控制模式，经验成长相较于普通模式更加快速，给予了英雄机器人更高的上限。

### 2.5.2 赛季英雄机器人功能分析

英雄机器人因拥有极高的枪口热量限制、缓慢的枪口热量冷却、兑换 42mm 弹丸耗费经济值较高等性质，使其失去与其他地面作战单位面对面作战的优势，较于其他地面作战单位，可以说是处于下风。但其弹丸对建筑物却有着极高的伤害，在极限情况下甚至能在迅雷不及掩耳之间对敌方建筑物造成大量伤害而转变局面，获取优势。其次，英雄机器人与高机动性的步兵机器人相比较为笨重，易于受到步兵机器人的绞杀与埋伏，甚者为了打出巧妙的战术安排，英雄机器人应当具备在短时间内逃离战场的的能力，这便要求英雄机器人拥有合理的、更为轻量化的底盘结构与高效率的底盘功率算法。最后，英雄机器人为发挥对建筑物的弹伤优势，应当具备高精度的自瞄、稳定的弹道、稳定的射速，几者的优势叠加才能使英雄机器人如虎添翼。基于以上，英雄机器人能够在无人干扰的情况下发挥出极大的兵种优势，故有了以下功能需求：

- 远距离吊射前哨战与远距离吊射基地。
- 自动瞄准击打前哨站。
- 轻量化设计底盘。
- 稳定地弹道与射速。

- 实现自由下台阶、上下环形高地与飞坡功能。

### 2.5.3 赛季初目标功能需求与实际实现功能的对比

表 2-12 英雄赛季目标与实际功能对比表

赛季初目标功能	实际实现效果
轻量化车体	未实现
发射初速度极差小于 0.5，能够在 R3 狙击基地	已完成
研究新的供弹方式——中心供弹	未完成
外壳能保护好线路，承受大小弹丸的打击	已完成
弹舱储存量最多 60 发	已完成
视觉识别并击打旋转装甲板	未完成

### 2.5.4 已规划未实现功能及原因

表 2-13 英雄已规划未实现功能分析表

已规划未实现功能	未实现原因
轻量化车体	赛季初是想做一台中供的麦轮英雄，新的供弹形式更有助于轻量化车体的设计，但经过两代拨盘的迭代，单独拨盘可以正常运转，一旦接上 yaw 轴及云台，弹丸的重力及摩擦力导致在进滑环的抬升处非常之卡弹，当测试出此问题时已临近联盟赛。便临时更改目标为传统后供弹，采用了老底盘和新头，联盟赛后才完善完新底盘以及双击加速云台
中心供弹	
视觉识别并击打旋转装甲板	视觉人手不足，且车子定位的临时改变也影响测试的进行，机械及电控一直在调试，没有稳定的状态给视觉调试。最后直接放弃了英雄的自瞄

## 2.5.5 有比赛需求未实现功能及原因

表 2-14 英雄有比赛需求未实现功能分析表

已规划未实现功能	未实现原因
轻量化车体	赛季初是想做一台中供的麦轮英雄，新的供弹形式更有助于轻量化车体的设计，但经过两代拨盘的迭代，单独拨盘可以正常运转，一旦接上 yaw 轴及云台，弹丸的重力及摩擦力导致在进滑环的抬升处非常之卡弹，当测试出此问题时已临近联盟赛。便临时更改目标为传统后供弹，采用了老底盘和新头，联盟赛后才完善完新底盘以及双击加速云台
中心供弹	
视觉识别并击打旋转装甲板	视觉人手不足，且车子定位的临时改变也影响测试的进行，机械及电控一直在调试，没有稳定的状态给视觉调试。最后直接放弃了英雄的自瞄

## 2.5.6 已规划功能且成功实现及原因

表 2-15 英雄已规划且实现功能分析表

已规划且成功实现功能	实现原因
发射初速度极差小于 0.5，能够在 R3 狙击基地	使用了四摩擦轮发射机构的方案，摩擦轮温度稳定下弹速波动区间在 $\pm 0.3\text{m/s}$ 左右，且弹道较稳定
外壳能保护好线路，承受大小弹丸的打击	底盘布局时进行了较好的空间利用设计，布线方便且较易检查
弹舱储存量最多 60 发	对弹舱进行了重新设计

## 2.5.7 针对比赛需求已实现功能及原因

表 2-16 英雄针对比赛已实现功能分析表

已规划且成功实现功能	实现原因
发射初速度极差小于 0.5，能够在 R3 狙击基地	使用了四摩擦轮发射机构的方案，摩擦轮温度稳定下弹速波动区间在 $\pm 0.3\text{m/s}$ 左右，且弹道较稳定
外壳能保护好线路，承受大小弹丸的打击	底盘布局时进行了较好的空间利用设计，布线方便且较易检查
弹舱储存量最多 60 发	对弹舱进行了重新设计

## 2.5.8 已成功实现功能原因与未成功实现功能原因对比分析

### ● 已成功实现功能原因

1. 已成功实现的功能符合车子的最终定位。
2. 相关功能对赛局影响更加重要。
3. 其对应投入的时间或精力相对更少。

### ● 未成功实现功能原因

1. 耗时很长，且效果并不是很好。
2. 主要卡在了核心部件——拨盘上。
3. 人员分配不太合理，对于关键部分的把控不到位。

## 2.5.9 赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析

赛季初英雄组有机械 4 人、电控 2 人、硬件 1 人、视觉 1 人。赛季初机械新人 2 人，电控 1 人，规划新人在度过成长期后，会全部投入研发，但实际上最后的人员安排如下：机械 3 人、电控 1 人、硬件 1 人、视觉 0 人。

赛季初我们无法预料到最终会留下几个队员，所以对所有的队员都安排了研发任务。在这个过程中，在队并在英雄组的队员也一直在投入研发中，在平时也会被派遣对旧车进行维护的任务。但在最后，由于人员的退出和各兵种组进度、工作量的差异，队员进行过几次组间调配。

一直到赛季末，英雄组的研发依旧是全员参与。当然这是一个不太健康的情况，本需要安排人力去维护旧车，但由于旧车性能确实有限且人手不足，这个赛季还是全员投入研发中，希望下个赛季能有所改善。

## 2.5.10 经验总结

1. 赛季初期新队员未成长起来时，需要做好任务分配以及进度把控，关键性任务需分配给负责的人。
2. 核心目标需简洁明了，符合实际情况，跟进项目进度，及时调整甚至放弃项目组员有不良情绪或者状态不佳时，应及时与其沟通。了解问题，给予鼓励或者劝退。

## 2.6 空中机器人

### 2.6.1 赛季空中机器人规则分析

24 赛季空中机器人的整体制作规范最大的变动特点在于将原本的机动枪管变换为空中机器人的固定发射机构，此改动的原因经过分析主要有以下三点：

- 对于将机动枪管用于步兵机器人的队伍，在 23 赛季的表现太过超标，地面压制效果极大增强，导致失去了一定的公平性；
- 对于将机动枪管用于英雄的队伍屈指可数，且实际由于英雄机器人本身的定位以及其本身结构的限制，当英雄机器人与对方步兵机器人陷入遭遇战时，通过机动枪管取得优势的方法根本行不通；
- 对于将机动枪管用于空中机器人的队伍在 23 赛季的表现都十分亮眼，且可以有效地影响局势走向，甚至有机会在关键时刻产生奇效，起到制胜效果；这也正是官方期望队伍的空中机器人做到的既可以稳定飞行获取高空视野、又可以以绝对优势压制地面单位的情况。

鉴于以上三点原因总结可以得知将机动枪管变换为空中机器人固定发射机构是必然的，不仅有利于比赛的精彩性，更有助于还未尝试制作有攻击能力的空中机器人的队伍进行技术突破；

对于空中机器人的机制变动，便是将冷却时间与支援时间进行了一定的平衡，综合了 23 赛季飞行时间与发射弹丸数量的对比，将支援时间从 30s 增加至 35s，将冷却时间从 175s 减少到 170s，既保证了整体的周期不变，又让空中机器人可以投入更长时间于作战之中，可见空中机器人的重要性。

### 2.6.2 赛季空中机器人功能分析

空中机器人作为一种特殊兵种，其功能需求具有独特性。由于不受枪管热量的影响，并且使用与普通弹丸不同的获取方式，空中机器人在设计时无需过多考虑发射控制和散热等问题。其主要功能需求集中在以下几个方面：

1. **飞行稳定性：**空中机器人必须能够在飞行过程中保持平稳，不受外部干扰，确保能够准

确地进行战术部署和攻击。

2. **发射能力：**空中机器人应能够以每秒 30 米的速度顺畅地发射 17mm 弹丸，并保持弹道的稳定性，以便对地面单位实施有效的压制。
3. **战术优势：**空中机器人在作战期间应处于战术上的绝对优势位置，避免被地面单位反制，从而确保其在战场上能够发挥决定性作用。

**性能指标：**

1. **飞行稳定性：**空中机器人应能够在各种气象条件下保持稳定飞行，且飞行控制系统应具备足够的抗干扰能力。
2. **发射速率：**空中机器人应能够连续发射 17mm 弹丸，发射速率应达到或超过 30 发/秒。
3. **弹道精度：**在最大射程内，弹丸的散布圆半径应小于规定的误差范围，确保精准打击目标。
4. **战术机动性：**空中机器人应具备优秀的机动性，能够在战场上快速调整位置，以适应不断变化的战术需求。

**战术应用：**

为了最大化空中机器人的战术价值，设计时应考虑如何有效利用其优势，实现对地面单位的高效压制。此外，空中机器人还应具备与其他兵种协同作战的能力，以提升整体作战效能。

### 2.6.3 赛季初目标功能需求与实际实现功能的对比

表 2-17 无人机赛季目标与实际功能对比表

赛季初目标功能	实际实现效果
轻量化机架，使其适应 6 块电池供电	已实现
能稳定长时间飞行，且在姿态模式下也能维持较稳定机身	已完成，在一组满电电池的情况下，能够稳定飞行 15 分钟，在无风环境下，通过轻微调整，能维持位移量小于 30cm 的悬停状态。
研究新的供弹方式——中心供弹	已完成，能以最高 16 的射频稳定供给弹丸，但因为机械设计时给的齿轮传动比太小了，导致转速上限不高。
增加自瞄系统，辅助发弹	未完成
增加 Guidance 姿态增稳模块，	未完成
倒置桨电机，并设计坚固桨保使其能适应倒置结构，并且能支撑 20N 的网	已完成

赛季初目标功能	实际实现效果
眼压力	
减少云台发射时的较大幅度抖动	减轻了大幅度的抖动问题，飞行时击打距离 5m 的固定靶命中率最高能达到 80%

## 2.6.4 已规划未实现功能及原因

表 2-18 无人机已规划未实现功能分析表

已规划未实现功能	未实现原因
增加自瞄系统，辅助发弹	自瞄系统整套有 600g，但是 6 电池的机架重量始终无法减到 15kg 以下，即使是在整机换成碳板的情况下，重量余量都不足 0.3kg，并且当时队内没有人能接手无人机视觉算法，自瞄效果也不能确定，故放弃。
增加 Guidance 姿态增稳模块	在测试使用 Guidance 过程中需要更新频繁迭代机架，没有其他无人机能够使用测试，即使最后有时间测试时也发现 Guidance 无法正常使用，由于也不知使用效果如何，为了主要的结构迭代，放弃了此方案。

## 2.6.5 有比赛需求未规划功能及原因

表 2-19 无人机有需求未规划分析表

已规划未实现功能	未实现原因
增加自瞄系统，辅助发弹	自瞄系统整套有 600g，但是 6 电池的机架重量始终无法减到 15kg 以下，即使是在整机换成碳板的情况下，重量余量都不足 0.3kg，并且当时队内没有人能接手无人机视觉算法，自瞄效果也不能确定，故而放弃。
增加 Guidance 姿态增稳模块，	在测试使用 Guidance 过程中需要更新频繁迭代机架，没有其他无人机能够使用测试，即使最后有时间测试时也发现 Guidance 无法正常使用，由于也不知使用效果如何，为了主要的结构迭代，放弃了此方案。

## 2.6.6 已规划功能且成功实现及原因

表 2-20 无人机已规划且实现功能分析表

已规划且成功实现功能	实现原因
轻量化机架，使其适应 6 块电池供电	整机板材全部由玻纤板换成了碳纤维板，板材密度下降四分之一，将机架中心板面积缩小，电池架部分紧靠中心，使用中心供弹系统，将弹仓嵌进机架里，云台部分直接固连机架，去掉云台吊装

已规划且成功实现功能	实现原因
	部分，桨保进行紧凑型设计。
能稳定长时间飞行，且在姿态模式下也能维持较稳定机身	由原来的 4 电池供电改为 6 电池，极大缓解电池过热，反充及续航问题。平衡重量与结构强度问题，使其能以较轻的质量维持机身强度。将供弹系统整体上移，重心集中，减少机身摇晃部分。
研究新的供弹方式——中心供弹	参考其他学校开源，经过大量测试与改进，找到合适结构并对结合自身结构进行改进适应。
倒置桨电机，并设计坚固桨保使其能适应倒置结构，并且能支撑 20N 的网眼压力	将原本八边形的桨保改为圆形，使结构受力均匀，减少部分质量，倒置后在桨保下方加装 Y 型支撑件，用于支撑网眼
减少云台发射时的较大幅度抖动	将云台 yaw 轴直接与机架固连，去掉弹仓吊装结构，抬高云台发射口距离重心位置，减少发射产生的力矩。在 pitch 轴上使用 imu 闭环，使云台能在机架摇晃时也能稳定维持姿态。

## 2.6.7 针对比赛需求已实现功能及原因

表 2-21 无人机针对比赛需求已实现功能分析表

已规划且成功实现功能	实现原因
轻量化机架，使其适应 6 块电池供电	整机板材全部由玻纤板换成了碳纤维板，板材密度下降四分之一，将机架中心板面积缩小，电池架部分紧靠中心，使用中心供弹系统，将弹仓嵌进机架里，云台部分直接固连机架，去掉云台吊装部分，桨保进行紧凑型设计。
能稳定长时间飞行，且在姿态模式下也能维持较稳定机身	由原来的 4 电池供电改为 6 电池，极大缓解电池过热，反充及续航问题。平衡重量与结构强度问题，使其能以较轻的质量维持机身强度。将供弹系统整体上移，重心集中，减少机身摇晃部分。
研究新的供弹方式——中心供弹	参考其他学校开源，经过大量测试与改进，找到合适结构并对结合自身结构进行改进适应。
倒置桨电机，并设计坚固桨保使其能适应倒置结构，并且能支撑 20N 的网眼压力	将原本八边形的桨保改为圆形，使结构受力均匀，减少部分质量，倒置后在桨保下方加装 Y 型支撑件，用于支撑网眼
减少云台发射时的较大幅度抖动	将云台 yaw 轴直接与机架固连，去掉弹仓吊装结构，抬高云台发射口距离重心位置，减少发射产生的力矩。在 pitch 轴上使用 imu 闭环，使云台能在机架摇晃时也能稳定维持姿态。

## 2.6.8 已成功实现功能原因与未成功实现功能原因对比分析

### ● 已成功实现功能原因

1. 已成功实现的功能符合车子的基本定位。
2. 在基础功能上能花费大功夫去修正并测试。
3. 上一代的无人机基础功能问题很多，急需整顿。

### ● 未成功实现功能原因

1. 基础功能需要花费大量时间去完善，没有充足时间去调试其他功能。
2. 上一代无人机断代，留下的可参考资料以及资源不多。
3. 其他功能模块没有进行过研发与测试，实际效果未知，不敢花费精力去研发。

## 2.6.9 赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析

赛季初研发投入人力规划：机械：3 人；电控：1 人；算法：1 人。

实际人力投入：机械：2 人；电控：1 人；

由于上一代无人机组的所有成员的离开，无人机出现断代情况，24 赛季初只有一名新进机械队员承担主要研发任务，然后从步兵调用一名大二电控来过渡前期，后来逐渐引进两名机械与一位电控接手无人机组，最初想要一名算法接手研究自瞄系统，但经过测量评估，没有足够重量来实现安装，所以放弃研发与投入。中途也有一名机械因能力与性格原因离开队伍。

## 2.6.10 经验总结

1. 赛季初期新队员未成长起来时，需要做好任务规划与进度把控，每项任务需分配给相应负责的人，将任务细分下去，让新成员能尽快接触车组任务。
2. 每代车子都应该做好相应的技术传承文档，避免下一代出现断代情况，即使人员断代也能有较好的数字技术传承。
3. 分配好主次任务，将重要任务放在中心位置，在合适的情况下没必要做出大型且大胆的设计，平衡好鱼与熊掌的问题，做好取舍。

## 2.7 飞镖系统

### 2.7.1 赛季飞镖系统规则分析

与 2023 赛季相比，2024 赛季的飞镖系统规则变化趋向于制导镖的制作，以及更加注重空地协同，这主要体现在以下几个方面：

- 在机器人制作规范手册中，飞镖的最大重量由 0.22kg 变为 0.35kg，飞镖最大翼展由 150mm 变为 250mm。这为制导镖的研制提供了更多的创作空间。
- 与 23 赛季相比，24 赛季飞镖要击打的目标增加了“随机目标”，若选择“随机目标”，则飞镖发射站闸门开启时，基地的飞镖检测模块和飞镖引导灯将同时产生移动，并在飞镖发射站闸门完全开启前相对初始位置移动到另一个随机目标。与此同时，飞镖命中“随机目标”时对方所有操作手操作界面遮挡时间为 15 秒，对基地的伤害为 1200，且对方全部存活的地面机器人立即受到扣除各自当前上限血量 25% 的血量。这意味着制导镖的研制不仅对基地血量的压制起着重要作用，还限制着对方的地面单位的活动，为己方发起进攻提供优秀的作战条件。
- 当飞镖命中对方前哨站、基地飞镖检测模块固定目标、随机目标时，己方存活的步兵和英雄机器人分别平分 200、600、2500 点经验。己方步兵和英雄机器人经验的增加，增强了己方地面单位的压制力，为后续的进攻或者防守有着至关重要的作用。空地协同在比赛中的重要性逐渐凸显：合理利用规则，制定相应的战术将空中单位与地面单位紧密联系起来，对战队能力的提升有着不可替代的作用。

## 2.7.2 赛季飞镖系统功能分析

## 2.7.3 赛季初目标功能需求与实际实现功能的对比

表 2-22 飞镖目标与实际实现功能对比表

赛季初目标的功能需求	实际实现功能
镖体的稳定性	飞镖在测试时对于前哨站的打击上能做到 1/2 到 3/4 的命中率
发射架的稳定性	在多轮的测试后依旧能保持较高的命中率
避免飞镖偏航	在多轮测试后飞镖偏航角度大概一致
底盘稳定性	发射过程中发射架仍存在晃动
拨盘稳定性	拨盘转动的误差值可接受
发射摩擦轮稳定性	电机编码值偏差仍有 100

## 2.7.4 已规划未实现功能及原因

**功能：**击打基地固定目标

**原因：**赛季中后期对飞镖架发射机构以及飞镖镖体设计的调整与改动着重解决飞镖偏移问题，忽略了击打基地目标的距离要求。

**功能：**对 yaw 轴的运动未能较好实现

**原因：**在飞镖架设计时底盘丝杆部位并非左右对称，导致左右两边能达到的最大偏移角度不同，并且控制丝杆的电机的固定打印件设计不完善。这些导致在赛场上发现作为红方时，飞镖架偏移角度过小，难以对准前哨站，需要依靠队员人工调节。

**功能：**全自动控制，仅需要开闸门即可自动发射

**原因：**需要更改底层代码，加入 feertos 操作系统，难度较大，后期时间来不及。

## 2.7.5 有比赛需求未规划功能及原因

**功能：**发展制导镖，飞镖通过自主调节来实现命中

**原因：**由于时间、精力、经费问题，在完成无控飞镖的设计之后，着重将精力放在提高飞镖命中率和稳定性上面，就没有对可控飞镖进行进一步的设计。并且制导飞镖的技术难度高，飞镖识别的帧率太小，无法很好实现控制，故最终选择采用机械抛物镖体。

## 2.7.6 已规划功能且成功实现及原因

**功能：**通过调节 yaw 轴以及摩擦轮电机的转速大小对飞镖落地距离进行精准调节。

**原因：**通过大量测试，统计数据从而总结得到摩擦轮电机转速调节幅度与飞镖落地距离之间的比例。

**功能：**增加飞镖架的稳定性，提升发射精度。

**原因：**固定了 pitch 轴，减少飞镖架晃动因素，增加了飞镖架的稳定性；在发射限位方面采用了软限位，实现了发射精度的大幅度提升。

**功能：**增强镖体的稳定性，并延长镖体的寿命

**原因：**上个赛季中飞镖镖体发射后，在空中的姿态会出现先往右偏再往左偏的情况，难以预测飞镖的落点。其次上个赛季的镖体用的材料是 pla，并且镖体的尾翼是可拆卸的，尾翼易损坏，寿命十分短，并且会影响后续比赛的准备。而今年吸取了教训，着重对于不同的翼型和尺寸进行相关研究，尝试不同的镖体并进行了测试，还将镖体改为一体式的设计，避免出现尾翼易损坏的情况。由于 pla 材料偏硬，制成的镖体的抗摔打能力较差。本赛季则选择 tpu 作为镖体的材料，镖体的抗摔打能力显著增强，寿命也就得到了延长。

## 2.7.7 针对比赛需求已实现功能及原因

**功能：**通过调节 yaw 轴以及摩擦轮电机的转速大小对飞镖落地距离进行精准调节。

**原因：**通过大量测试，统计数据从而总结得到摩擦轮电机转速调节幅度与飞镖落地距离之间的比例。

**功能：**增加飞镖架的稳定性，提升发射精度。

**原因：**固定了 pitch 轴，减少飞镖架晃动因素，增加了飞镖架的稳定性；在发射限位方面采用了软限位，实现了发射精度的大幅度提升。

**功能：**增强镖体的稳定性，并延长镖体的寿命

**原因：**上个赛季中飞镖镖体发射后，在空中的姿态会出现先往右偏再往左偏的情况，难以预测飞镖的落点。其次上个赛季的镖体用的材料是 pla，并且镖体的尾翼是可拆卸的，尾翼易损坏，寿命十分短，并且会影响后续比赛的准备。而今年吸取了教训，着重对于不同的翼型和尺寸进行相关研究，尝试不同的镖体并进行了测试，还将镖体改为一体式的设计，避免出现尾翼易损坏的情况。由于 pla 材料偏硬，制成的镖体的抗摔打能力较差。本赛季则选择 tpu 作为镖体的材料，镖体的抗摔打能力显著增强，寿命也就得到了延长。

## 2.7.8 已成功实现功能原因与未成功实现功能原因对比分析

已成功实现的功能的技术难度的要求较低，仅涉及精度的调节，而这经过反复的实验测试就能得到较为明显的效果。并且在吸取前一个赛季积累的经验后，这些方面的问题也有一个较为清晰的改进方向与思路，为本赛季的飞镖设计奠定了基础。本赛季的镖体设计是在上个赛季的镖体结构上做出针对性地改进，更好地展现出镖体的优点，解决飞镖镖体痛点，使得本赛季的镖体在测试时有较为稳定的表现。

未实现功能为制导飞镖的研制，实现这一功能的技术难度要求大，在没有足够的知识积累和足够的经验积累，难以在一年时间内做出一个稳定的制导飞镖。并且制导飞镖的研制需要大量人力物力的投入，若将精力大部分投入其中，或许会造成“捡了芝麻丢了西瓜”的局面。比赛追求稳定发挥，制导飞镖的研制应在无控飞镖稳定精准击打前哨站以及基地的前提下进行，若无控飞镖无法实现以高命中率稳定击打目标，在此基础上研制的制导飞镖也难以做到稳定。

故而为了实现利益最大化，为战队争取最大赢面，将精力投入无控飞镖的调试测试中是最佳选项。

## 2.7.9 赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析

赛季初研发投入人力规划：机械：2 人；电控：1 人。

实际人力投入：机械：2 人；电控：1 人。

**分析：**飞镖组的人力投入较少，对飞镖架和飞镖的研发仅由一名大二队员负责，且在前期飞镖缺乏专门的电控组队员对镖架进行调试，故在前期飞镖系统的研发改进进程较为缓慢。但在后续的调试中，这种人力投入不管是对飞镖系统的改进方面还是对战队的人力分配方面都是较为合理的，能充分地发挥每个人的作用。

## 2.7.10 经验总结

### ● 在机械方面：

飞镖镖体材料需采用使用寿命长的材料，且材料需具备较高的稳定性和抗摔打能力。

在设计飞镖架和镖体时应注意镖体的磨损情况，尽量减小飞镖架对飞镖镖体的磨损。

应积极对镖体进行研发测试，降低由于镖体本身误差导致的稳态误差；并且应对镖体进行足够多的测试，才能更好地发现镖体存在的问题并统计镖体的寿命稳定区间。

飞镖架需要采用稳定可自锁且瞄准误差小的飞镖架，准确的发射角度对于小体型的飞镖的准度有决定性因素，一个稳定的飞镖架才能减少发射飞镖时的不确定因素。

### ● 在电控方面：

摩擦轮调参，新电机可以调到编码值 40 左右，老电机就比较难调尽量调到 100 以内，但是也可以根据发射飞镖时来调 PID，比如出现微微的左右偏后可通过落点来找到适合的值。

摩擦轮转速给定，可以先测出大概落点后再每次加 50 的逼近。

## 2.8 雷达机器人

### 2.8.1 赛季雷达机器人规则分析

在对比第 23 赛季的规则时，可以发现以下几个主要变化：

#### 1. 标记精度调整：

- 允许的误差增大到 0.8 米，这被视为准确标记。
- 误差在 0.8 米到 1.6 米之间的标记被分类为半准确标记。
- 这降低了标记高亮的标准难度，允许更大的误差范围。

#### 2. 敌方机器人标记进度影响：

- 当敌方机器人的标记进度达到 100 以上时，它们会获得 15% 的易伤状态。
- 每累计 1 分钟，一局比赛中最多可以进行两次翻倍易伤的效果，每次持续 10 秒。

#### 3. 雷达信息传递限制解除：

- 在第 24 赛季中，不再限制雷达向哨兵外的其他机器人和操作手发送信息。
- 以上规则的调整可能会对比赛策略和机器人设计产生重要影响，允许更灵活的信息共享和目标标记策略。

## 2.8.2 赛季雷达机器人功能分析

24 赛季的规则，需要雷达准确地识别，定位，跟踪敌方机器人，提供易伤效果。同时作为战场的大脑，向哨兵和操作手提供实时的战场关键信息，辅助决策。

## 2.8.3 赛季初目标功能需求与实际实现功能的对比

- **赛季初目标：**使用神经网络对敌方车辆进行视觉识别，并结合激光雷达进行精确的位置结算，发送给裁判系统，实现易伤效果。
- **实际实现：**基于双目相机的敌方车辆识别以及位置解算的雷达站，结合部分点位的算法进行推测，产生易伤效果，没有使用激光雷达。

## 2.8.4 已规划未实现功能及原因

- **雷达与哨兵通信：**

雷达站的神经网络识别精度过低，在装甲板 ID 的识别上有较多的误识别，通信后基本没有作用，且后期时间精力有限，故没有实现此功能。

- **雷达决策功能：**

较为复杂，现有的雷达站收集到的信息也有出错和不够精确之处，故放弃。

## 2.8.5 有比赛需求未规划功能及原因

- **待优化功能：**神经网络识别车辆装甲板，并进行精确地定位跟踪。

- **原因：**

1. 现有双目相机分辨率不足，装甲板 id 有误识别，可以考虑更换更高分辨率的工业相机或换用焦距更长镜头而使用多相机方案。
2. 双目相机的深度信息有误差，且定位的反投影算法效果不够好。

## 2.8.6 已规划功能且成功实现及原因

基于双目相机的雷达站：队员对于视觉算法较为熟悉，且有开源方案可以参考。加上有官方开源的数据集和其他队伍开源的雷达站数据集，在进行神经网络训练时省去了自己手标数据集的时间成本。同时灵活进行模型训练，节省了训练的成本。

## 2.8.7 针对比赛需求已实现功能及原因

- **功能：**能在一定的范围内识别定位敌方机器人，产生易伤效果。
- **原因：**对数据集进行了数据增强，优化了识别效果。

参考开源方案，获取双目点云，用反投影算法，结合高频点位推测识别到的机器人位置，获得了一定的效果。

### 2.8.8 已成功实现功能原因与未成功实现功能原因对比分析

对比已实现的功能和未实现的功能，可以看出由于人手不足加上没有经验，没有资金设备，从相对熟悉的视觉方案开始做起，提供一个保底方案，完成雷达站最基本的功能。

### 2.8.9 赛季初研发投入人力规划与实际人力投入对比与分析

- 原计划投入人力：1 视觉队员 实际投入人力：1 视觉队员
- 分析：总体上来说实际投入人力基本与赛季初规划一致，队员时间、精力以及能力有限，同时受到队内的资金设备限制，导致许多功能未能得到很好地实现。

### 2.8.10 经验总结

雷达站作为一个兵种在战场上也发挥了很重要的作用，雷达站一切功能的实现都是基于准确地识别到敌方车辆及其装甲板 ID，下个赛季要为雷达站提供一定的资金设备支持，使其在战场上发挥出更大的作用。

## 3. 团队架构总结（10）

### 3.1 团队情况分析

#### 3.1.1 团队简单叙述

佛山大学醒狮战队是一支基于 RoboMaster 机甲大师高校系列赛（RMU）的大学生创新实践团队。团队成员主要来自机电工程与自动化学院、粤台人工智能学院、电子信息工程学院、物理与光电工程学院和人文与教育学院等多个学院和年级。在指导老师的带领下，战队参加了 RoboMaster 机甲大师全国大学生比赛，通过比赛，成员们相互学习，拓宽视野，提升动手实践能力、团队协作能力以及锻炼意志力。

醒狮战队的宗旨是在当前科技迅速发展、人才供给不足的智能时代背景下，培养具备应用能力的青年工程师和优秀管理人员，培育一批有抱负、有技能、有远见的新一代理工科人才，为国家、社会和经济的发展作出贡献，并助力佛山大学成为高水平的应用型理工科大学。

醒狮战队秉承团队成立七年来形成的核心价值观——“脚踏实地、永不言弃，敢想敢干、醒狮风范”，我们有信心和能力努力成为技术强队。我们不仅深入研究技术问题，还关注每位队员的学习状态和情绪。我们的目标是成为一个既有技术实力，又充满人文关怀和凝聚力的队伍。

#### 3.1.2 团队价值观

醒狮战队的核心价值观可以概括为三个关键词：激情、专注和和谐。RoboMaster 机甲大师比赛对于每位队员来说不仅是一项竞技活动，更是一种信仰。在备赛过程中，团队成员展现出极高的热情，这种热情源自内心，是对自我的肯定和激励。当团队成员都保持这种激情时，他们将更加集中精力处理遇到的问题。整个战队在和谐共进的环境中不断成长，变得更加强大。

#### 3.1.3 团队现状分析

醒狮战队隶属于学校机器人协会，作为学校的明星社团，一直享有学校和学院的高度关注与支持。社团每年的运营成本约为 11 万元，研发经费主要来源于战队成员申请的科技项目资金以及指导老师的项目支持。学校为战队参加校外比赛提供费用报销。战队在学校拥有两处场地，其中一处为临时训练场地，另一处用于办公和调试。办公场地可以容纳约 40 人，但在战队招募新成员期间，空间可能不足以满足需求。

在比赛期间，战队应有 45 名以上队员，目前常规成员约 25 人，其中核心成员 20 余人，尚需补充 20 余名新成员，这些新成员将在第 24 赛季加入。战队目前没有研究生成员，有大三队员 2 名，其余均为大二学生。在第 23 赛季留队的队员共 20 人，经过暑假和第 24 赛季初的招募，目前电控组有 13 人，算法组 5 人，机械组 5 人，运营组 2 人。

与其他战队相比，醒狮战队历年来的成员结构存在失衡，高年级队员较少，成员更替频繁，新队员的研发能力较弱，且机械组人数不足。战队在知识传承方面存在问题，出现了断代现象，在第 23 赛季中，大一新队员构成了研发主力军的 80%。为了改变这一现状，现阶段队员将全力以赴。由于第 23 赛季结束后留队人数较多，战队已经拥有了比以往更好的起点。然而，由于缺少大三届的队员，大多数队员的参赛经验不足，对创新研究方向的规划和把握不够清晰和深入。在第 24 赛季，战队将重新构建管理制度，重点放在技术研发的迭代和传承上，在提升技术实力的同时，为战队的持续发展奠定坚实基础。

战队目前设有机械、电控、视觉、硬件、算法五大组，并划分为英雄机器人、工程机器人、步兵机器人、平衡步兵机器人、哨兵机器人、空中机器人、飞镖系统等七大车组。自第 23 赛季结束以来，战队已重建管理制度，包括进度管理制度、财务报销制度、打卡制度、招新制度、进度会议制度等。醒狮战队有信心在第 24 赛季展现出新的风貌。

组长联席会：由队长、副队长、项目管理以及各组组长共七人组成，负责战队所有事宜的最高决策权。

## 3.2 团队架构及其相关职能

表 3-1 团队成员构成分析表

职位	角色	职责职能描述	人员要求
指导老师		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 营造积极向上的团队氛围</li> <li>2. 负责制定并指导战队的项目计划</li> <li>3. 塑造具有特色的战队核心文化</li> <li>4. 申请和管理竞赛期间团队经费的使用</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 责任心强</li> <li>2. 有带领竞赛团队的经验</li> <li>3. 认同赛事文化</li> </ol>
顾问		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 根据个人研发经验为队员提供技术指导</li> <li>2. 将赛场经验传授给新队员，并撰写技术文档以促进技术传承</li> <li>3. 负责完成队伍的进度考核工作</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 经验丰富的退役队员</li> <li>2. 有一定的空闲时间且关注战队发展</li> </ol>
正式队员	队长	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 战略规划与调整：制定战队长期和短期的战略规划。根据各组进度和表现，及时调整战略和计划。</li> <li>2. 进度监控与管理：跟踪全队的进度，确保各项任务按时完成。定期汇报项目进展情况，确保透明度。</li> <li>3. 沟通与协调：作为战队与指导老师、</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 熟悉项目管理流程和团队管理技巧</li> <li>2. 良好的沟通和协调能力</li> <li>3. 能够在压力下工作，具备优秀的时间管理能力</li> </ol>

职位	角色	职责职能描述	人员要求
		<p>顾问及官方组委会的主要联系人。</p> <p>安排和准备会议，确保信息的准确传达。</p> <p>4. 团队管理：定期召开组长联席会议，讨论战队管理和运营事宜。协调团队成员之间的分工，优化工作流程。</p> <p>5. 财务管理： 负责资金预算和分配，确保资金的有效使用。 监督财务报告，确保合规性。</p> <p>6. 传承与发展： 制定战队知识管理和传承计划。 推动战队文化的建设和发展。</p>	
	副队长	<p>1.辅助队长规划整个战队的整体走向</p> <p>2.与项目管理共同管理队伍，及时反映队员的状况</p> <p>2.统筹管理各组别间的沟通、合作等事宜</p> <p>3.与学校对接，完成学校安排的任务，以及负责校内赛等比赛</p>	<p>1.具有丰富的项目实践经验以及管理经验</p> <p>2.对比赛文化有深刻地认识和独特见解</p> <p>3.熟悉比赛规则以及相关制作规范，能分析出要点</p> <p>4.有较强的规划，调配能力</p> <p>5.熟悉队伍的强项与弱项，明确队伍的发展方向，拥有良好的沟通协调能力</p>
	项目管理	<p>1.辅助队长跟进各组的进度情况，并及时将情况汇总</p> <p>2.及时更新、整理各组的方案和进度，并公布在战队交流平台</p> <p>3.监督战队成员的考勤情况并安排相应惩罚与奖赏</p>	<p>1.具有一定的管理经验</p> <p>2.对 RM 文化有独特的见解</p> <p>3.了解各个组别的职能和基础设计技术</p> <p>4.善于利用管理平台监督战队项目的进度</p>
	技术组	<p>组长</p>	<p>1.具体统筹规划组内事务、明确整组工作走向</p> <p>2.制定时间规划</p> <p>3.监督成员按时完成进度</p> <p>4.对比赛规则进行详细的解读</p> <p>5.负责本组新队员的培训以及考核</p> <p>1.积极参与战队事务</p> <p>2.制定自己的学习计划并同步至飞</p>

职位	角色	职责职能描述	人员要求
			<p>书共享表格</p> <p>3.需要及时汇报队内耗材使用情况</p> <p>4.严格按照组长联席会确定的截止时间完成任务</p> <p>5.参与队内建设</p>
		<p>组员</p>	<p>1.具备丰富的项目经验</p> <p>2.见多识广，了解并分析过许多学校的开源结构</p> <p>3.需要对本组的技术发展有方向性</p> <p>4.需要十分了解组内的进度以及战队的需求</p> <p>5.要有一定的文档编辑能力</p> <p>6.人际交往能力：具备良好的沟通协调能力</p> <p>1.需要掌握本技术组的核心技术</p> <p>2.要有一定的文档编辑能力</p> <p>3.要有责任心、荣誉感、集体感</p> <p>4.有较强的自我管理能力和自学能力</p> <p>5.要对队内的技术发展方向有自己的见解</p>
	宣传	<p>1.线上： 微信公众号、微博、抖音、B 站等线上平台运营</p> <p>2.线下： 设计队内周边，拍摄记录日常等； 举行线下宣传活动，宣传 RM 文化； 团队文化建设，组织团建； 负责记录队伍日常</p> <p>3.运营： 负责外出比赛食宿出行 负责与其他队伍的建交</p>	<p>1.熟练使用编写推文软件：秀米等</p> <p>2.拥有良好的语言表达能力</p> <p>3.懂得一定的推广技巧及实践能力</p> <p>4.有一定的拍摄和剪辑能力</p> <p>5.有很好的规划能力</p>

职位	角色	职责职能描述	人员要求
	招商	负责战队招商工作，为战队寻找资金、物资支持	具备超常的交际能力 具备较强的谈判能力，能说服商家进行赞助活动
	财务	把控并及时更新战队的整体资金流动、报账等	1.精通业务 2.熟悉学校报账流程 3.坚持原则 4.对战队的各个运行环节和运行机制的熟知与掌握
梯队队员	机械	1.负责机械装配 2.日常检修机器人 3.负责场地的制作 4.完成基础设计任务	1.具有学习研究机械方面的兴趣。 2.学习态度认真 3.SolidWorks 的基本使用 4.能按时完成安排的任务，拥有一定的抗压能力
	电控	1.完成一定的调试任务 2.检修机器人的电路电线	1.具有学习深究电控知识的兴趣 2.拥有一定解决实际问题的能力 3.能按时完成安排的任务具备一定的抗压能力
	视觉算法	1.完成简单的算法调试 2.完成一定功能的代码实现	1.具有学习深究算法方面的兴趣 2.能按时完成安排的任务，具有一定的抗压能力
	运营	完成运营物资采购	具备一定的推文、策划书编写能力

### 3.3 架构优势

1. 高效的决策流程：组长联席会作为最高决策层，能够快速响应战队运营和技术执行中的各种问题，确保决策的时效性。
2. 明确的责任划分：每个职位都有明确的职责范围，这使得战队成员能够专注于自己的工作领域，提高工作效率。
3. 协同合作：技术执行与运营执行的明确划分，使得战队在技术发展和日常运营上能够相互支持，协同推进。
4. 专业指导：指导老师及顾问的参与，为战队提供了专业的技术路线和备赛进程指导，确保战队在正确的方向上前进。
5. 团队凝聚力：副队长主抓团建工作，有助于提升团队的凝聚力和向心力，为战队成员创造良好的工作氛围。

6. 持续进步：机器人组和操作手组的专项训练和战术讨论，有助于战队在技术和战术上不断进步，保持竞争力。

## 3.4 人员流失分析

### 3.4.1 赛季初末人员对比

赛季初人员构成由 20 多名留队队员与 150 名左右通过招新的育苗队员组成，而赛季末期仅有 40 名左右的队员，人员流失率高达 76.5%。

### 3.4.2 人员流失原因

人员流失问题为队伍历年通病，此问题使得队伍传承工作异常难以良好开展，是队伍虽久犹新的重要原因之一；总结历年来的问题，可以窥见其中的原因：

- **入门门槛高，较多人半途而废：**

RM 这个赛事要求队员需要有较为丰厚的知识积累，且不论哪个技术组想要达到上场要求，门槛都是不低的，需要队员们在前期进行长时间的沉淀积累，才有可能达到比赛要求，相比于大学中其他比赛与组织工作可谓是小巫见大巫；且队内本身培训工作一直没有做得很好，导致新队员无人引领，中途放弃也就见怪不怪了。

- **备赛压力大，较多人半途跑路：**

RM 的比赛性质较为特殊，赛季（其实赛年更符合对 RM 比赛的称呼）几乎是贯穿整年，长期的备赛本身就是一种巨大的压力，再加之技术点的开发，每个队员都需要承载着巨大的压力前行；而队伍多年人员构成均以大一大二年级的学生为主，对于低年级本科生而言，学业压力还是比较大的，一学期基本有十几门的课程学习，且死亡期末周又通常与比赛时间重合，导致队员们需要考虑许多比赛之外的事情，压力呈指数型增长，故中途跑路也是可以预见的。

- **重复工作多，易使人感到厌倦：**

RM 赛事本身就需要通过大量的测试进行各种功能的检测，而大量的重复性工作极易使人产生厌倦感，在长期的备赛与开发压力中极易使人丧失对赛场的向往与期盼，故选择跑路。

- **支持力度小，放弃理想为前途：**

对于 RM 赛事，学校方面的支持力度并不高，包括场地支持与资金支持，22 赛季学院将本规划给醒狮战队用于场地训练的空地收回，23 赛季学院将实验室原有的一间办公室收回，现如今场地仅剩下一间完整的实验室与半间与隔壁研究生共用的实验室；场地则只能通过临时申请使用。而对于参赛队员的支持，可以说更是微乎其微，参加比赛的队员大多只能靠着个人的热爱去坚持，而当队员升至大三大四时则需要规划自身发展，这时便只能暂缓实验室

的工作选择明哲保身了。

- **工作性质高，容易失去归属感：**

相比于大学中其他的社团与机构，参加 RM 赛事的实验室需要有一定的管理，才能使队伍的进度有条不紊地进行，而这种工作的管理多少都会带有一定的冷淡色彩，这便会让参与感较低的队员无法从中得到归属感，对实验室的挂念少，那么自然也就不愿意留下来了。

### 3.5 经验总结

1. **领导力的重要性：**队长作为战队的核心，需要有强大的领导力来统筹全局，确保战队各项工作有序进行。副队长则需要具备良好的沟通和协调能力，以维护团队的和谐与稳定。
2. **项目管理的关键作用：**项目管理在跟进监督备赛进度中起到关键作用，这要求项目管理具备严谨的计划和执行能力，以及良好的问题解决技巧。
3. **技术迭代与创新：**机器人组的技术迭代和创新是战队竞争力的关键。需要不断学习新技术，同时也要注意对现有技术的优化和改进。
4. **战术多样化：**操作手组的战术训练和讨论，需要根据战队的特点和比赛规则，制定出多样化的战术。这要求操作手具备灵活的思维和快速的应变能力。
5. **团队精神的建设：**团队精神是战队成功的关键。通过定期的团建活动，可以增强队员之间的信任和默契，提升团队的整体战斗力。
6. **后备力量的培养：**对于新人的培养是至关重要的，高投入高回报，只有做好带新工作才能解决人员流失问题与人员素养问题。
7. **反馈与改进：**组长联席会作为决策层，需要定期收集来自各个层面的反馈，及时调整决策，以适应不断变化的外部环境。
8. **资源的合理配置：**在有限的资源下，如何合理分配人力、物力和财力，是战队运营中的一个重要课题。需要根据战队的实际情况和发展目标，制定合理的资源配置策略。
9. **风险管理：**在备赛过程中，可能会遇到各种风险和挑战。战队需要建立完善的风险管理机制，提前预判并制定应对措施，以减少不确定性对战队的影响。
10. **文化建设：**战队的文化建设同样重要。通过塑造积极向上、勇于创新的文化氛围，可以激发队员的潜能，推动战队不断向前发展。

总结来说，战队的组织架构和运营模式，为战队提供了坚实的组织保障和明确的发展方向。通过不断地实践和总结，战队可以在现有的优势基础上，进一步优化管理流程，提高队员的归属感，提升团队的综合实力，为未来的比赛和挑战做好充分的准备。

## 4. 基础建设复盘总结分析

### 4.1 可用资源

#### 4.1.1 可用资金

表 4-1 可用资金分析表

类别	来源	资源描述	使用对象
资金	学校/学院各组织	金额 37000 元	购买官方物资、差旅费
资金	赞助企业	金额 5000 元	宣传及校内赛活动
资金	往届遗留	金额 12349 元	加工费及耗材购买
资金	学生项目	金额 40000 元	其他标准件的购买、特定兵种研发
资金	兼职抽成	金额 3000 元	耗材购买

#### 4.1.2 可用物资

表 4-2 可用物资分析表

名称	来源	数额	单位	使用对象
小电脑	往届遗留	6	个	机器人的视觉处理
工业相机	往届遗留	7	个	机器人的视觉处理
显示屏	往届遗留	2	个	算法组调试使用
电池	往届遗留	40	个	机器人的电源
遥控器	往届遗留	10	个	机器人的控制器
r16 接收机	往届遗留	11	个	接收遥控器的信号
开发板 A	往届遗留	5	个	机器人的控制核心
开发板 C	往届遗留	6	个	
开发板（自制）	往届遗留	1	个	学习调试
6020 电机	往届遗留	8	个	机器人云台部分的动力驱动
3508 电机	往届遗留	32	个	机器人部分结构的动力驱动

名称	来源	数额	单位	使用对象
C620 电调	往届遗留	35	个	控制相应的电机
2006 电机	往届遗留	8	个	-
C610 电调	往届遗留	8	个	-
ST-Link	往届遗留	2	个	实现程序代码的烧录
J-Link	往届遗留	4	个	-
Mid-360	往届遗留	1	个	导航
焊台	往届遗留	2	个	焊线及焊板
万用表	往届遗留	5	个	维修检测
导电滑环	往届遗留	12	个	实现机器人云台和底盘的分离 360 ° 旋转
气缸	往届遗留	12	个	驱动工程各执行机构
空气压缩机	往届遗留	1	个	气瓶打气

### 4.1.3 可用设备

表 4-3 可用设备分析表

名称	来源	数额	单位	使用对象
25V 手钻	往届遗留	2	个	简单打孔及螺栓快速拆卸
12V 手钻	往届遗留	1	个	
小热熔枪	往届遗留	4	个	接口防松
大热熔枪	往届遗留	1	个	PCB 元件焊接
铆钉枪	往届遗留	2	个	机器人框架铆接
小台钻	往届遗留	1	个	板材与金属的钻孔
大台钻	往届遗留	1	个	机械队员培训教学
角磨机	往届遗留	1	个	板材的切割与金属的打磨

名称	来源	数额	单位	使用对象
电磨机	往届遗留	2	个	零件边角打磨
切割机	往届遗留	1	个	管材切割
虎钳	往届遗留	3	个	辅助装配
3D 打印机	往届遗留	5	个	3D 打印零件
3D 打印机	队员物资	1	个	3D 打印零件

## 4.2 协作工具使用

### 4.2.1 追光几何

追光几何（Zw3D，也称为中望 3D）是一款功能强大的三维 CAD/CAM 软件，它在设计、制造、管理等方面具有较为不错的工作效率。在机械图纸管理方面，醒狮战队使用追光几何软件进行图纸管理交接，工作，而这可以为组员工作安排带来以下好处：

- 方便的文档管理：追光几何支持多种文件格式，可以方便地导入和导出图纸。它还提供了版本控制功能，可以方便地管理和跟踪图纸的修改历史。
- 协同工作：追光几何支持多用户协同工作，可以方便地将图纸和设计信息共享给团队成员。这有助于提高团队协作效率，确保工作进度的一致性。
- 支持移动办公：追光几何支持云存储和移动办公，设计师可以随时随地访问和修改图纸，这有助于提高工作的灵活性和响应速度。
- 简而言之，机械组成为在使用追光几何进行机械图纸管理时，可以显著提高工作交接效率，并且降低沟通成本，提高团队协作效率，为组员工作安排提供了强大的支持。

### 4.2.2 GitLab

电控组与算法组使用 GitLab 托管代码具有多方面的优势，这些优势有助于提高项目管理的效率、促进团队合作，并确保代码的安全性和可维护性。

- 版本控制：GitLab 提供强大的版本控制功能，允许电控组成员轻松地管理代码的多个版本。这意味着每个更改都有记录，可以随时回滚到之前的版本，这对于避免错误和试验新功能至关重要。
- 代码审查：GitLab 支持代码合并请求（Merge Request），团队成员可以在合并代码之前进行审查和讨论。这有助于提高代码质量，减少错误，并确保所有代码都符合团队的标准。

- **协作工具：**GitLab 提供了问题跟踪、项目管理和 wiki 等协作工具，可以帮助团队成员更好地规划和跟踪他们的工作，同时保持文档的更新和组织的有序。
- **权限管理：**GitLab 允许管理员精细控制用户的访问权限，确保敏感代码只能被授权人员访问和修改。
- **持续集成/持续部署（CI/CD）：**GitLab 内置了 CI/CD 管道，可以自动执行测试、构建和部署过程。这对于电控组来说是一个巨大的优势，因为它可以确保代码的每次更改都经过测试，并及时部署到目标设备上。
- **安全性：**GitLab 提供了一系列安全功能，包括漏洞扫描、代码保密性和访问日志，以保护代码免受未经授权访问和其他安全威胁。
- **自我托管选项：**GitLab 提供了自我托管的选择，这意味着电控组可以完全控制自己的代码和数据，这对于需要高度数据安全和隐私的项目非常重要。
- **备份和恢复：**GitLab 提供了简单的备份和恢复机制，确保代码和项目历史不会丢失。
- **社区和支持：**GitLab 拥有一个活跃的社区，提供大量的文档、教程和论坛支持，可以帮助电控组解决使用过程中遇到的问题。

总结来说，使用 GitLab 托管电控代码可以为电控组提供一个稳定、安全、高效的代码管理平台，促进团队合作，提高代码质量，加快开发周期，并确保项目的顺利进行。

## 4.3 研发管理工具使用

### 4.3.1 飞书基础使用

飞书是一款集即时通讯、视频会议、日历、办公自动化等多种功能于一体的协同办公平台。醒狮战队内部日常工作安排使用飞书具有以下优势：

- **即时通讯与沟通：**飞书提供即时通讯功能，战队成员可以通过文字、语音或视频方式进行实时沟通，这有助于快速解决问题和做出决策。
- **日程管理：**飞书日历功能可以帮助战队成员安排和共享会议、任务和事件，确保每个人都对即将到来的活动和截止日期有清晰地了解。
- **任务分配与跟踪：**飞书的项目管理工具允许领导者分配任务，设定截止日期，并跟踪任务进度。这有助于确保工作按时完成，并提高团队的工作效率。
- **文档共享与协作：**飞书提供了在线文档编辑和共享功能，多个成员可以同时编辑同一文档，提高文档创作的效率，并确保信息的实时更新。
- **云端存储与备份：**飞书的所有文档和通信都存储在云端，这意味着数据可以随时随地访问，并且自动备份，防止数据丢失。

- **集成第三方应用：**飞书支持集成多种第三方应用和服务，如 GitHub、Trello 等，这使得战队可以无缝地整合现有的工具和工作流程。
- **移动办公：**飞书有移动应用，支持 iOS 和 Android 设备，这使得战队成员可以在外出时也能保持工作的连续性。
- **安全性：**飞书提供企业级的安全保障，包括数据加密、权限管理和审计日志，确保战队内部信息的安全。
- **团队协作：**飞书的多功能协作环境有助于建立团队合作精神，成员可以轻松地分享信息、协作完成任务，并在一个集中的平台上获取所有工作相关的内容。
- **工作流程自动化：**飞书可以帮助战队自动化日常的工作流程，如审批流程、报销流程等，减少手动操作，提高工作效率。

通过使用飞书，醒狮战队的日常工作安排可以变得更加有序和高效，团队成员之间的沟通和协作也将得到显著提升。

### 4.3.2 飞书研发管理使用

在飞书中，有三大功能对研发管理有着巨大的帮助：

#### 1. 多维表格：

多维表格为在线实时表格，且其图形化设计十分完善，简单易读，版本多样，可满足不同阅读需求，在不同阅读模式下有着不同的着重点，且全体人员实时可见，可以让团队成员快速知晓所有车组的进度。

#### 2. 假勤：

假勤功能可实现定位打卡，可以帮助队伍实现打卡制度，而打卡也可推动研发的进行。

#### 3. 汇报：

汇报功能可根据管理者设定收集特定的汇报，方便管理层快速获取有效信息，从而推动研发的决策。

## 4.4 资料文献整理

表 4-4 资料文献列表

类型	技术方向	类型	链接
各兵种通用	机械	开源资料	<a href="https://wenku.baidu.com/view/82b2e2d1e418964bcf84b9d528ea81c758f52ebc.html">https://wenku.baidu.com/view/82b2e2d1e418964bcf84b9d528ea81c758f52ebc.html</a>
各兵种通用	电控	开源资料	<a href="https://www.cnblogs.com/BlueMountain-HaggenDazs/p/4918726.html">https://www.cnblogs.com/BlueMountain-HaggenDazs/p/4918726.html</a>
各兵种通用	算法	开源资料	<a href="https://blog.csdn.net/weixin_42583985/article/details/104072195">https://blog.csdn.net/weixin_42583985/article/details/104072195</a>
各兵种通用	算法	开源资料	<a href="https://zhuanlan.zhihu.com/p/36745755">https://zhuanlan.zhihu.com/p/36745755</a>

## 5. 财务管理

### 5.1 赛季资金分析

#### 5.1.1 资金分配

表 5-1 赛季资金来源汇总表

项目	实际数额（元）	备注
战队小金库	10000	往年学生项目积累
上年学生项目	19288.08	还有 20000 元还没走报销流程
指导老师项目	40000	项目加指导老师个人投入，主要用于差旅
奖金收入	14939	赛事奖金以及校级奖金
兼职抽成	2607.94	指导老师为队员寻找的兼职
企业赞助	15000	其中 10000 元为物资赞助 5000 元为资金赞助

表 5-2 赛季资金去向汇总表

项目	实际数额（元）	备注
研发	42017.8	战队小金库&指导老师项目&学生项目&奖金收入
周边	1967.5	战队小金库
差旅	40000	队员自付&指导老师项目&学校报销
后勤支出	477.21	兼职收入
运营支出	627.28	兼职收入
杂项支出	533.72	兼职收入

表 5-3 赛季上场兵种支出复盘表

投入项目	预算数额（元）	实际数额（元）	备注
步兵机器人	6000	3500	-
工程机器人	3000	2433.8	新工程采用实验室已有物资
英雄机器人	3000	4210.9	本赛季迭代次数较多

投入项目	预算数额（元）	实际数额（元）	备注
自动哨兵机器人	2000	2524.9	迭代次数较多
空中机器人	2000	4464.95	买了新电池
飞镖	1000	442	-
雷达	1000	1435	购入一台新相机
联盟赛吃	4000	4267.36	队员自付
联盟赛住	5000	3537	指导老师垫付
联盟赛行	4000	2400	指导老师垫付
分区赛吃	8000	6121	队员自付
分区赛住	12000	6120	指导老师垫付
分区赛行	20000	16800	指导老师垫付
运营	3000	3471	-
场地	1000	858.57	-
总计	75000	62586.48	-

表 5-4 赛季备用车支出复盘副表

投入项目	预算数额（元）	实际数额（元）	备注
步兵机器人	500	496.8	一台备用旧步兵
轮腿平衡步兵机器人	3000	3081.1	-

### 5.1.2 经验总结

今年大部分研发资金均是迭代过程中所产生的消耗，其中机械组的消耗最为严重，其次是电控组，导致实验室大部分预算用于这两个技术组，算法组队员只能自己垫付购买算法设备，而出现此消耗情况是队伍历年通病；

经过分析，可发现机械组损耗严重的重要原因之一便是队员自身技术不精，绘制图纸时考虑不够全面，且没有进行对应的仿真测试，往往需要通过多次实物迭代才能使得某个模块得以满足设计需求；另外一个原因便是耗材浪费严重，队伍本身无专门设立对耗材进行管控的人员，新队员对耗材价格（如玻纤板、打印件、铝方管）又无明确概念，故在使用时大手大脚、雕刻排版随意，浪费极为严重；而电控组则是由于新队员技术不精，导致经常烧毁、损坏各种元器件，导致需要花费大量资金用于购买损坏元件。

由此可见，队伍成员整体素养的提高是重中之重，队伍的传承则是保证队伍整体素养提升的关键，磨刀不误砍柴工，只有先把新队员带好，让新人快速成长，成为一名合格的正式队员，才能减少没必要的资金浪费，才能将资金用于刀刃上。

## 5.2 成本控制方案

### 5.2.1 寻找供应商

#### 5.2.1.1 CNC 供应商

实验室没有自行 CNC 加工铝合金的设备，学校金工车间的手动加工设备只能做低精度的粗加工，设计中需要使用 CNC 加工的零件只能外包加工，机加工报价水分较高，以往合作的加工商报价较高，本赛季通过其他队伍的推荐，重新寻找了合作加工商。比赛中使用的零件对精度要求并不高，新加工商为不少战队提供加工，其在工期和精度上都满足战队研发的需求，且报价比之前的加工商低一半。

而赛季后期指导老师通过一定渠道为实验室签订了一份工商合作，为队伍提供了免费的高精度 CNC 加工，使得队伍后期由于资金告急而无法继续进行的轮腿底盘项目得以复工，让实验室有了更多的材料选择，不用一直为了省钱而在某些关键性结构（如 17mm 枪管、42mm 枪管）做出强度牺牲，选用打印件代替高强度 CNC 的铝件。

#### 5.2.1.2 玻纤板供应商

队伍自 20 年购进雕刻机以来，一直从同一家玻纤板供应商订货，故与厂家联系较为密切，且由于每个赛季进货量都比较可观，故厂家也有给予相应的折扣，大约以市场价的 60%—70% 购进，此价格可以为实验室每年的花销省下不少的预算。

#### 5.2.1.3 3D 耗材

本赛季因为有两位队员赞助了两台拓竹打印机，所以实验室更换了耗材，一卷比原来便宜约 50% 左右，并且，新机器的加工精度以及废品率很低，在不同程度上减少了耗材的非人为浪费。

### 5.2.2 自行加工

#### 5.2.2.1 板材加工

20 赛季采购了雕刻机，在设计上多采用板材作为结构，使用自有雕刻机雕刻玻纤板材，比外包加工能减少很多加工费用。雕刻机高强度使用了四年，在本赛季出现故障卡顿及精度下降的情况，队员自行拆解雕刻机进行检修解决问题，维修后精度满足需求，无需花费高昂的雕刻机返厂运费或者工程师出差费。

### 5.2.2.2 铝方管加工

以往作为车体框架的铝方管对精度要求较高，会选择外包机加工，本赛季要求机械队员打印出纸质版工程图，粘贴在铝方管上，以图纸上的标注使用切割机先对铝方管进行长度切割；再配合队员用玻纤板自制的孔定位器，精确定位所需加工的位置，使用台钻或手电钻进行开孔，减少了外包加工费用，且无需等待外包加工的工时，出现损坏也能立即加工出零件进行更换。

## 5.2.3 成本控制方案实例

### 5.2.3.1 能量机关控制方案

23 赛季结束后深大开源了自制的可进行击打环数检测的方案，但由于其造价不在队伍的可接受范围内，故未参考其开源方案。经过与算法组的商讨，能量机关无需实现多环数检测，故最终决定自制一版能量机关，仅制造单叶检测与中心 3 环检测。

能量机关摆放平台继承队伍原有的摆放台，使用 3508 电机带动 1:3 同步轮，通过联轴器、光轴与法兰盘连接能量机关主体，再由 C8T6 进行电机控制驱动能量机关的转动。而能量机关机械主体则采用铝方搭建管骨架，使用玻纤板作为粘贴灯带的基座，最外层覆盖 PP 板材实现保护与匀光的作用，除去历史遗留设备，整体机械造价大概在 200 元。

能量机关电灯设备则选用 C8T6 单片机控制继电器，配合红蓝两种单色灯带实现能量机关的点亮与控制，整体电灯硬件造价大约在 400 元。

而检测方案则采用震动传感器做单叶击打检测，使用键盘轴体为按键检测环数击打，整体检测硬件造价大约在 70 元，但是由于人手问题，后续检测无继续开发，仅实现了单叶检测。

最终能量机关成本控制在 700 元以内，且满足算法组调试需求，也顺利帮助队伍实现多年来的愿望，成功在赛场上激活能量机关。

### 5.2.3.2 场地搭建控制方案

场地搭建为队伍的必要项目之一，可以帮助操作手进行训练、车组进行调试等。

为了控制场地搭建成本，队伍尽量靠捡垃圾吃，场地建设中的木板基本取自实验室原有木板、隔壁实验室丢弃的木板、学校附近工地出售的旧木板等，搭建后的场地也满足基本的需求。

### 5.2.3.3 板材使用控制方案

队伍在 24 赛季初曾经购进过两批碳纤维板，但是碳纤维板价格高昂，故一直未进行使用，而是以队伍传统玻纤板进行机械迭代，等到最终版本测试完毕后再对关键部位进行板材更换，尽量减少碳纤维板的消耗。

## 5.2.4 经验总结

通过产品的产出过程进行逆推，可以得出每个可以控制成本的环节以及对应的控制方法：

### 1. 原料成本控制：

将原料的价格压低，用便宜好用的原料代替价格高昂的原料，在不得不使用昂贵材料时也可先用低廉的平替材料做迭代测试；做好原料供应商的交涉，多量少次购买以争取优惠，但同时也需要注意需求量，可以节省大量的资金，为其他环节留出可用资源。

### 2. 加工成本控制：

秉持能自行加工坚决不外包、能白嫖坚决不花钱、能压榨坚决不购买的原则，既能锻炼队内队员的实际动手能力，又能极大地控制加工成本；但同时也需要注意人员能力问题，做好培养再放手，减少自行加工成本的损耗。

### 3. 设计成本控制：

在设计时尽量不选用昂贵的器材设备（除非是白嫖的），设计尽量做到满足自行加工的需求，用便宜的方案代替奢侈的方案，满足基本需求即可，放弃花哨但不实用的设计，尽量减少设计成本。

## 6. 团队章程及制度

### 6.1 团队制度

本赛季指导老师重新定义战队的方向，从“以比赛为导向”转变为“以队员成长为导向”，战队的制度也随之发生变化；对比以往赛季，今年队伍多采用包容形式，对于办事不力、能力欠缺、主动性较低的队员，战队采取引导、包容代替责备的方法，下放梯队、协会代替劝退的方式，尽量让队员找回初心，找到归属感，主动提升自我。

### 6.2 审核决策制度

#### 6.2.1 目标审核决策

队伍本赛季整体的目标决策并非由某部分人决定，在规则发布阶段，队伍组织了全队规模的规则视频观看，使得队员们可以分享个人看法，帮助队伍确定初步目标，最终经过管理层总结，将目标同步于队伍队员，由所有队员进行审核，使得团队目标理所当然成为队员的共同目标，也有助于调动队员们的积极性。而后续的目标改动则由管理层决策，但仍由全体队员审核。

#### 6.2.2 人员安排审核决策

人员安排主要是针对车组之间人员的工作安排决策，若车组需要一定的人员调整，如将车组过剩人员调往需要人手的车组帮忙，或者人手紧缺需要从其他车组借人帮忙时，车组负责人可进行自主决策，并将决策结果同步给管理层，由管理层进行审核并做出具体的人员调整。而本赛季人员安排并没有做得特别好，原因就是负责人过于投入技术研发中，导致未能管理好本车组的成员，也无法及时发现并解决车组成员构成不平衡的问题，最终由队长在各车组检查时发现问题才能一定程度上解决问题。

#### 6.2.3 支出审核决策

支出需求通常由车组人员或技术组组长提出，在通过相应技术组组长的初步审核后同步给队长做进一步审核，若所购物资金额较小，则可由队长直接做出决策，若所购物资价格超过 1000 元则需要再通过指导老师的审核，以确保物资可以顺利进行后续的报销流程。

由于每年参加 RM 都需要很大的花销，而队伍资金又十分有限，故如何减少花销成为队伍需要重视的问题。由于往届留下了许多物资，有许多都可以继续用，例如：实用工具（内六角扳手、台钻、3D 打印机等）、常用标准件（螺栓、轴承、联轴器等）和官方物资（麦克纳姆轮、电机、开发板等）等等。购买物资时需谨慎，需要经过层层审核，确保物品的需求合理性和价格的优良性，同时由于学校财务报销严格，需要发票主体与店铺相同，否则需要开具证明，同时由于是指导老师信用卡付款，所以产生了购买三问：是否能开发票？主体

不同时是否能开具证明？是否支持信用卡付款？经过此流程，可很好地控制成本。

## 6.3 招新培养制度

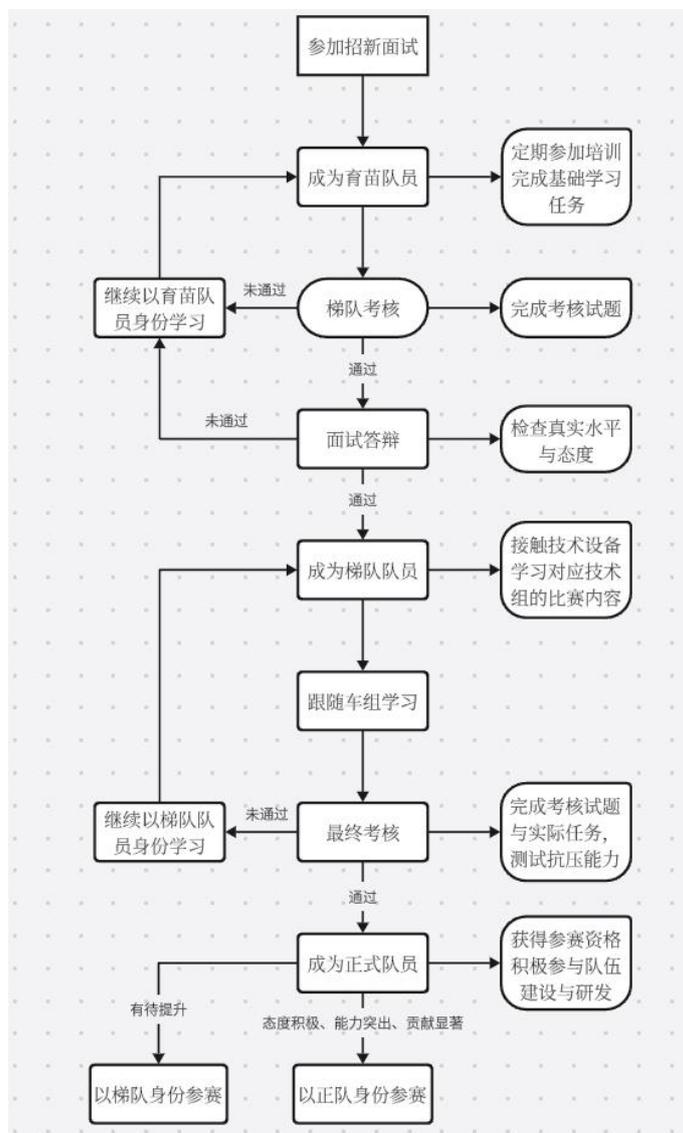


图 6-1 队员培养流程图

## 6.4 打卡制度

本赛季打卡制度为飞书定位打卡，可在实验室与正常上课期间实行一周打卡 24h 制度，寒暑假备赛阶段实行一周 48h 制度；由于 23 赛季未能获得全国赛参赛资格，队伍于 23 年 6 月份便开始备赛，但由于大部分留队队员为大一，暑假期间均有三下乡、驾驶证考试等任务，故 23 年暑假打卡并未很好地执行，不过后续阶段有所改善。而经过 24 赛季招新工作后，实验室涌入大量新成员，对于还未通过梯队考核的成员不要求其进行打卡制度，但实验室对所有成员开放，也鼓励育苗队员前往实验室学习。

## 6.5 汇报与例会制度

队伍进度跟踪以汇报和例会为主。备赛阶段，队伍实行一周一次汇报、两周一次全队会议、技术组会议与兵种会议。汇报由各个兵种的负责人进行收集，主要汇报本周每个人的工作内容与学习进度，方便管理层清楚每个人的实际情况，以决定最终的参赛名单。全队会议主要对近期工作进行说明，并同步各车组的进度，让所有队员对队伍整体情况有所把握；兵种会议则是了解目前兵种具体进度，并对下一步工作进行规划安排；本赛季技术组会议虽然也有所制定，但却没能很好地执行，仅存于纸上。

## 6.6 跟踪制度

为了确保第 24 赛季研发工作的透明度和效率，每位队员将使用飞书共享文档来记录和更新自己的研发目标、周期，包括具体的开始和预计结束日期。通过共享个人的研发进度，团队可以更有效地进行人员分配，并且项目管理团队能够实现对进度的可视化跟踪。

为了减少会议数量和时间，同时确保在紧张的研发周期中能够及时沟通和确认进度，第 24 赛季将实施以下措施：

1. 定期会议：不同技术组和兵种将定期召开会议，以同步进展和讨论关键问题。
2. 会议准备：队员需在会议前填写并提交发言大纲，明确会议目标和讨论点。
3. 高效讨论：会议中将重点关注有问题或需要决策的领域，各组长和兵种负责人将引导讨论，确保会议高效且具有针对性。

通过这些措施，我们旨在优化会议流程，提高沟通效率，确保研发工作的顺利进行。

## 6.7 请假制度

请假主要是通过飞书来进行的，审核人员为队长以及负责人员管理的副队，机制为：申请队员发起申请，队长以及副队都同意，本次请假才可以通过，同时会抄送给直属组长，部分请假还会被要求补充相关证明。

## 6.8 离队开除制度

- **主动离队**：由于 RM 赛事的特殊性，再加上学校支持力度等问题，备赛中途人员变动也十分常见，对于主动提出离队的人员，若其对队伍有一定的贡献，管理层则会尽全力对其进行关心与挽留，若队员由于个人原因不得不离队，队伍也给予充分的尊重，并希望其将个人心得与总结写成文档，以便队伍更好地成长。
- **开除**：战队一般不会主动开除队员，大部分情况下都是将十分不合格的队员下放至梯队，甚至是育苗成员，而当队伍进入紧张的备赛期，仍有队员浑水摸鱼，那队伍也将秉持忍痛割爱也不许滥竽充数的原则，对不合格的队员进行劝退。

## 6.9 奖罚制度

24 赛季由于留队队员均为大二，同届之间总是无法过于严苛，导致管理层对于同届队员无法做出有效的处罚方式，而奖励制度大多以赠送周边形式进行，对于大二队员吸引力也不大，故奖罚制度本赛季没能很好在留队队员上发挥作用。

而对于新队员而言，前期为了减少人员流失，有着一定的奖励制度，学习进度靠前的育苗队员将会得到一定的周边奖励，而通过考核的队员更是能获得战队队员专属的手环周边；这种奖励机制对于新队员来说还是很有吸引力的，因此该方法很好地促进了新队员的成长，使得队伍更快地成型。

到了赛季后期，奖励制度由于紧张的备赛进度而荡然无存，而惩罚制度反而能够在推动进度上有一定的促进作用；若机械电控组队员未完成对应任务或打卡考勤时，便会被安排进行愉快的分螺栓工作，而算法组队员未完成对应工作时便会被安排进行捡弹丸的工作；此制度虽然能一定程度上推动进度的前进，但此做法并不利于队伍氛围的建设，想要队员真正上心、主动投入工作还是需要另寻他法。

## 6.10 实验室卫生制度

每个队员对实验室场地或设备进行使用后，必须做到还原模样，打扫干净所用区域；实验室的垃圾桶中只能有研发制造过程中产生的垃圾，不允许出现食物包装等个人生活垃圾。

学校虽规定实验室不允许携带与食用任何实物，但出于人道主义，管理层还是允许队员在实验室吃无较大气味的实物，但个人残余垃圾必须带离实验室处理，若有发现违规队员，给予严重警告与打扫实验室卫生处罚。

实验室日常卫生值日表虽列写于赛季初，但由于大部分人未留意未遵守且无人进行监督管理，卫生值日也存于形式，未能落实。

## 6.11 经验总结

通过回顾以上制度在本赛季的实现情况，可以发现能够有效执行且有一定效果的制度总是有对应的负责人与监督人；以会议为例：全队会议、兵种会议、技术组会议三项会议执行度区别巨大，全队会议与兵种会议基本能按照规定执行，而技术组会议在 24 赛季仅有算法组按规定执行；经过分析可发现，全队会议、兵种会议主要由队长负责把控，有着明确的负责人，而技术组会议理论上由对应组长负责把控，但实际上由于组长本身肩负研发任务，且组长本身参与管理层事务较浅，未重视例会制度，若非因 23 赛季算法组组长兼任项管一职，故一直推动 24 赛季算法组进行例会展开，恐怕三个技术组全年会议屈指可数。

由此可知，将制度执行人落实到位是保证制度得以按计划进行的关键所在，而要让队员从单纯的研发队员转变形成管理者也需要一定的引导，而引导必须存在旧管理者，吸收 23

赛季管理曾传承的经验后，队伍对 24 赛季管理传承更加重视，我们要求老队员即使离队也必须先引领好对应职位的新管理者，将自己 24 赛季的管理心得进行总结传承，帮助新管理者快速成长，更好地对战队进行管理。

## 7. 学术创新

### 7.1 专利申请

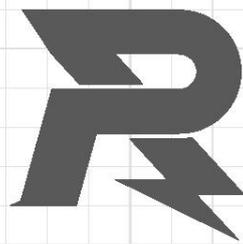
表 7-1 队伍专利申请表

专利号	发明类型	发明名称	发明人
2019219586499	实用新型	一种云台发射器	张云志-李嘉滔-吴泳庆-梁尧森
202020165631X	实用新型	一种双向滑动连接结构	张云志-刘付国贵-马兴沛-刘贝贝-周裕-伍荣杰
2019216919048	实用新型	一种升降装置	张云志-周裕-马兴沛-刘付国贵-杜海辉
CN202111291701.1	发明专利	一种应用于轨道机器人的反馈缓冲底盘及其控制方法（审中）	陈为林-陈业亨-卢清华-杨颖强-张云志-林伟豪
ZL 202310260389.2	发明专利	一种自适应功率分配控制方法及系统	张云志-李泽填-郭永常-黄铭贤-林作伟
CN202111283647.6	发明专利	一种机器人自适应悬挂的轮式底盘（审中）	陈为林-陈洵敬-张云志-卢清华-林伟豪-涂伟发-洪应宜-黄信登-张紫辉

### 7.2 技术开源

- 2021 赛季佛山科学技术学院步兵视觉开源（含大小能量机关）

-----<https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12164&extra=page%3D1%26filter%3Dtypeid%26orderby%3Ddateline>



邮箱: [robomaster@dji.com](mailto:robomaster@dji.com)

论坛: <http://bbs.robomaster.com>

官网: <http://www.robomaster.com>

电话: 0755-36383255 (周一至周五10:30-19:30)

地址: 广东省深圳市南山区西丽街道仙茶路与兴科路交叉口大疆天空之城T2 22F