



Using a 32-bit motor driver chip and field-oriented control (FOC), the RoboMaster C620 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster M620S P19 Brushless DC Gear Motor and C620 Brushless DC Motor Speed Controller, the M1350M Assembly Kit includes several subassemblies and a terminal board.

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

See M620S Assembly Kit include several subassemblies and a terminal board, covering a complete assembly operation for the competitive robot.

ROBOMASTER 2024 机甲大师超级对抗赛

赛季规划

西南石油大学 铁人战队 编制

2023年11月 发布

目录

前言.....	6
1. 团队目标	7
1.1 概述.....	7
1.2 目标制定依据	7
1.2.1 参赛目标依据	7
1.2.2 能力建设目标依据.....	8
1.2.3 技术难点突破目标依据.....	9
1.3 队伍目标.....	10
1.3.1 参赛目标	10
1.3.2 能力建设目标	11
1.3.3 技术难点突破目标.....	11
1.3.4 目标跟踪进度管理.....	12
2. 项目分析	15
2.1 上赛季项目分析经验	15
2.1.1 与既定赛季规划目标差异分析.....	15
2.1.2 最优与最差动作分析	15
2.1.3 赛季经验总结与心得	16
2.2 新赛季规则解读.....	16
2.2.1 机器人调整.....	16
2.2.2 比赛机制调整	17
2.2.3 场地调整	19
2.2.4 分析总结	20
2.3 研发项目规划	21
2.3.1 步兵机器人.....	21
2.3.2 平衡步兵机器人	26
2.3.3 英雄机器人.....	30
2.3.4 工程机器人.....	35
2.3.5 哨兵机器人.....	39
2.3.6 空中机器人.....	44
2.3.7 飞镖系统	48
2.3.8 雷达.....	51
2.3.9 人机交互	54
2.4 技术储备规划	56
2.4.1 通用技术储备	56

2.4.2 特定兵种技术储备	58
3. 团队架构	60
3.1 团队职责职能定位	60
3.2 团队管理体系	63
3.3 团队职务组别级联关系	64
3.4 团队车组分组详情	65
3.5 团队欠缺岗位详情	66
3.6 团队招募计划	66
3.6.1 招募队员方向及要求	66
3.6.2 招新渠道及现状	68
3.7 梯队培训计划	69
4. 资源可行性分析	71
4.1 往届赛季资源使用分析	71
4.1.1 物资使用及异常分析	71
4.1.2 本赛季资源使用成本控制优化动作	76
4.2 可用物资资源使用分析	76
4.3 软件协作工具资源使用分析	79
4.3.1 协作工具使用规划分析	79
4.3.2 研发管理工具使用规划分析	80
4.3.3 资料文献整理规划分析	84
4.4 现金流资源使用分析	85
4.4.1 预算规划分析	85
4.4.2 筹集资金计划分析	86
4.4.3 成本控制分析	87
5. 宣传及商业计划	95
5.1 宣传计划	95
5.1.1 指导思想	95
5.1.2 工作思路	96
5.1.3 重点工作	97
5.1.4 工作要求	98
5.1.5 宣传小组赛季时间轴	98
5.2 商业计划	100
5.2.1 招商分析	100
5.2.2 招商规划	102
5.2.3 战队招商优亮点	102

6. 团队章程及制度	104
6.1 团队性质及概述	104
6.2 团队制度	104
6.2.1 审核决策制度	104
6.2.2 人员制度	111
6.2.3 会议制度	111
6.2.4 采购流程与支出制度	112
6.2.5 物资管理制度	114

前言

本报告由 铁人战队编制，适用于 RoboMaster 2024 机甲大师超级对抗赛。主要撰写人员包括：

模块	撰写人员 1	撰写人员 2	撰写人员 3	撰写人员 4	撰写人员 5
机械	邓佳源	唐訢壹	吴家亮		
硬件	唐阳	王一帆	郑俊杰		
软件	唐阳	郑俊杰	楼朝阳		
算法	王净彤	余杨	朱亚枫		
管理	唐阳	郑俊杰	邓佳源		
宣传	唐阳	杜何森	易鑫		
商务	唐阳	陈柏菲	郑俊杰		

1. 团队目标

1.1 概述

铁人战队从建队以来，经历过巅峰，也踏入过低谷，经历近七年的不断摸索及查漏补缺，培养体系、管理制度以及技术迭代不断更新壮大，并因时制宜的进行制度改革，促进战队文化传播，旨在建成一个以机器人为核心方向，以嵌入式软件、嵌入式硬件、机器视觉、机械设计、机器人操作系统等分支为具体方向的综合性团队。

2015 年参加首届 RoboMaster 机甲大师赛，获得全国八强，2020 年获得线上评比全国一等奖，2022 年获得全国一等奖，全国三十二强。2015 年至今为止，铁人战队已培养队员百余人，同时在多项学科竞赛中获得优异成绩，其中包括但不限于大学生电子设计竞赛、“恩智浦”智能车竞赛、RoboMaster 机甲大师赛等。共获得国家级奖项超 50 个，省部奖项超 80 个。激励我们不断前行的不仅是荣耀还有曾经的失败，2016 年，分区赛惨败，学校解散铁人战队，20 年战队重组，22 赛季再入国赛三十二强！但在 23 赛季，分区赛小组赛未出线，这些过往的失败，无时无刻都在激励着每一位“铁人”不断向前，不断突破队伍的技术上限。

1.2 目标制定依据

1.2.1 参赛目标依据

在 RoboMaster 比赛中，技术研发方面占到了取胜的 70%，而剩余的 30% 则是由队伍项目管理与操作手训练所决定；同样，铁人战队经过五年研发与迭代，具备了一定的技术沉淀与能力。我队在具备一定技术积累的研发条件下，合理安排时间，留出 20% 的时间交予操作手训练，不单将参赛重心放在技术点的累加上，亦注重人机之间的交互与互相熟悉。我队在 22 赛季中采用这种安排，取得了不错的成绩。

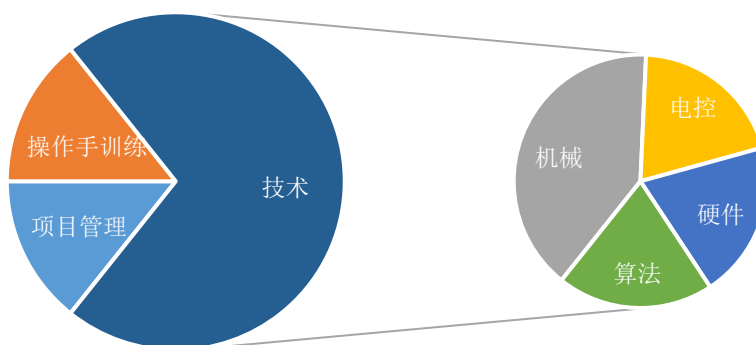


图 1-1 铁人战队参赛理解认知

1.2.2 能力建设目标依据

队伍能力建设目标依据是根据完成制造机器人所需技能点所指定的。同时开展对于梯队的培训，一对一老带新模式，既是为了培养新人，同时也是为了加强实验室人文建设。铁人战队是一个综合性的实验室，秉承着在实践中学习的理念，参与包括但不限于 RoboMaster 的比赛，还包括十余项其他以机器人为核心方向，以嵌入式软件、嵌入式硬件、机器视觉、机械设计、机器人操作系统等分支为具体方向的机器人比赛或项目，为团队成员的能力建设提供了良好的平台。

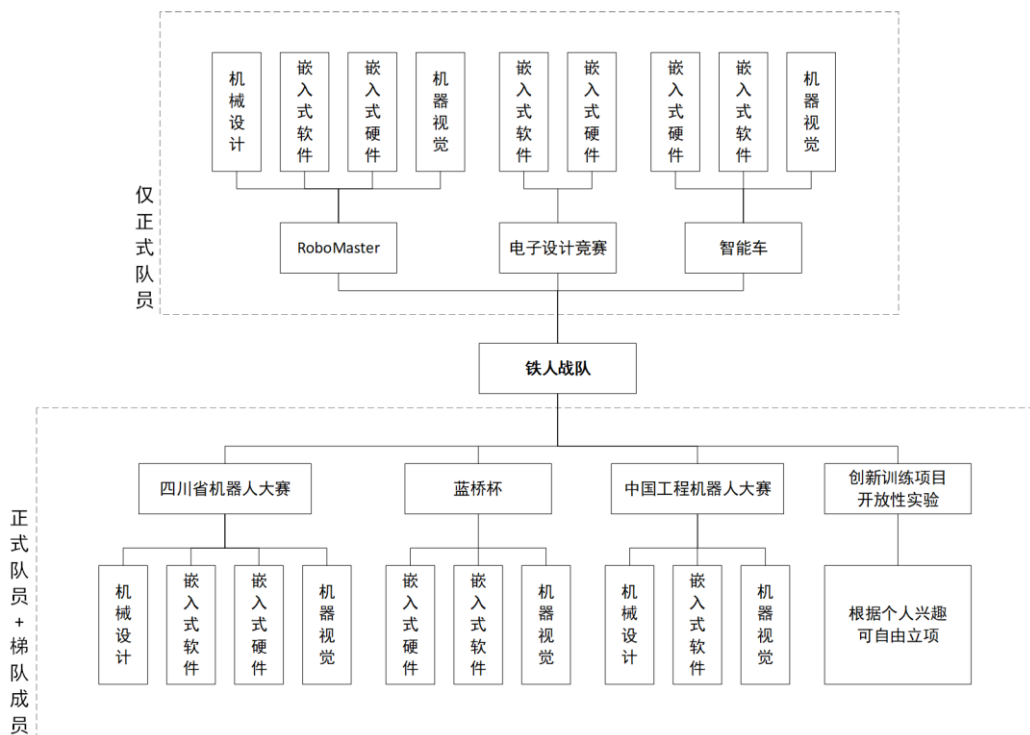


图 1-2 铁人战队能力建设实践方向分类

为了让梯队同学更好的在实际中收获，将理论与实践相结合，对于所学知识有更深入的心得体会与感受，同时也为了培养梯队队员对比赛进度的掌握与参赛心态，以及对实验室的热情归属感，对于电控组、视觉组梯队同学，为达成能力建设的目标会安排他们参加蓝桥杯、中国工程机器人比赛等比赛；机械组梯队同学则会参加中国工程机器人、成图大赛等比赛。在比赛中将理论知识验证，在实践中体会理论知识中无法获得的技能。一对一老带新模式指：在梯队成员安排制定正式队员从旁协助，避免参赛因为经验不足等原因导致学习、心态等问题的产生，提高能力建设的效率。

对于正式队员而言更是可以根据自己想提升的的方面进行比赛项目的选择，或者有兴趣的项目，可依托实验室平台进行立项，包括但不限于大学生创新训练项目、开放性实验，均为综合提升个人能力提供了良好的平台。

1.2.3 技术难点突破目标依据

铁人战队自 20 赛季重新建队，经过四年的技术积累，突破数十项技术关键点突破，实现了多项技术上的创新与功能实现，已可稳定应用于比赛，部分基础兵种可直接在相关技术点上根据规则的变动进行技术的提高。

例如：英雄机器人

的能力。

图 1-3 过往赛季已有技术积累

（1） 轮腿平衡步兵

轮腿平衡步兵在我队已有一定技术积累，同时平衡步兵在本赛季中具备经验加持属性，是在赛场上不可多得的一大利器，无论是从锻炼参赛队员的技术还是为了在比赛当中取得一个更好的成绩，轮腿平衡步兵在场上如何发挥出更强的能力，都是一项技术难点目标。

（2） 全自动哨兵机器人

在此之前，我对“自动”技术积累稍有积累，无论是从锻炼参赛队员的技术还是为了在比赛当中取得一个更好的成绩亦或是为了传承与技术积累，全自动哨兵机器人都应该作为一项技术难点目标。同时哨兵现在具备复活机制，这对于增大哨兵在比赛中的输出优势。同时哨兵今年可以回补血点进行补血，这同样增大了比赛机制的有趣性。

（3） 工程机器人机械臂与自定义遥控器

机械臂对于我队现役队员而言是一个全新的东西，从机械结构到嵌入式控制，对于嵌入式控制而言，作为第一代机械臂，在制作设计它的过程中必然会遇到很多我们未曾设想的困难，也非常能够锻炼队员能力，为了面对日益增长的比赛要求以及提升队伍技术能力，机械臂都应该作为本赛季的技术难点目标。既然机械臂作为本赛季的技术难点目标，那么能够更高效的控制机械臂自然也是一项技术难点目标，为了摆脱键盘鼠标都在平面上的局限性，自定义遥控器的研发势在必行，各队的自定义遥控器也必然成为本赛季赛场上的亮点之一。

（4） 雷达全场定位

在本赛季规则中，雷达的作用相比于前几个赛季而言，有了显著提升，如果一个战队的雷达做的非常好的话，可以在场上直接获得对面极大的防御 debuff。这无疑是场上一大利器，同时我队也有着一定的雷达储备基础，所以本赛季对于雷达全场定位的研发势在必行。

1.3 队伍目标

1.3.1 参赛目标

2022 赛季，我们经过技术积累与成长，终于重返国赛。但是在 2023 赛季中，我们分区赛小组未出线，成为一代“铁人”心中的遗憾。在 2024 赛季中，铁人战队将痛定思痛，誓将拿到全国赛门票作为奋斗目标。同时更希望在分区赛现场能够与更多的高等院校，同台竞技，学习技术经验，交流运营方法，在现场比赛中为观众及科技爱好者呈现一场酣畅淋漓的机器人竞技舞台，同时，在 RoboMaster 赛场上，“初心高于胜负”，在整个参赛过程中的收获与成长，才是我队乃至全体 RoboMaster 参赛队员的参赛目标。

1.3.2 能力建设目标

铁人战队旨在建设成为一个以机器人为核心方向，以嵌入式软件（含算法）、嵌入式硬件、机器视觉、机械设计、机器人操作系统等分支为具体方向的综合性团队。其具体工作内容如图 1-4 所示：

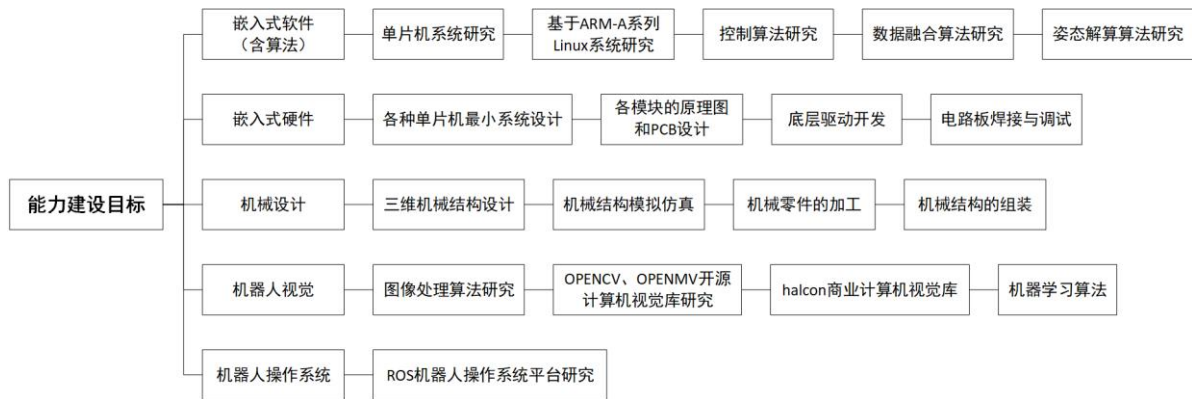


图 1-4 铁人战队能力建设目标

同时开展正式队员点对点辅导梯队队员模式。进行点对点辅导模式，可以更加有利的让梯队队员进行学习，同时跟随学长学姐也更有利于实验室文化氛围建设，助力梯队队员更快“破冰”。其次，学长学姐在准备比赛时，辅导的梯队队员也可以很好的参与进整个备赛过程，对 RoboMaster 比赛有更加深入的了解，更好的了解 RoboMaster 的青年工程师文化。

1.3.3 技术难点突破目标

(1) 轮腿平衡步兵

2022 赛季东部赛区，哈尔滨工程大学创梦之翼战队轮腿平衡步兵，在东部赛区豪取 13 连胜。2023 赛季，平衡轮腿步兵在各大战队都有着亮眼发挥。平衡步兵机器人采用轮腿构型，结合了轮与腿两种构型的优点，在具有轮驱的高能效优点的同时收获腿带来的良好地形适应性。相比于足式机器人，驱动轮可使机器人更容易获得较高的移动速度；相比于传统轮式倒立摆机器人，腿的加入使机器人机构获得了更多的自由度、为机器人的平衡与运动提供了新的思路，可以极大程度提升倒立摆机器人的运动表现。

轮腿平衡步兵的多自由度，稳定的类阻尼结构，与高数值的比赛增益，从各个方面都吸引着参赛队去制作。我队当前在控制器上面还存在一定的缺陷与问题，在系统稳定性方面也尚待验证：关于轮腿平衡步兵稳定飞坡与跳跃、功率限制等问题，目前还有待解决。在解决完成后，我队平衡步兵在 2024 赛季的实际技术目标即为能良好适应比赛，并发挥出更强的能力。

（2）全自动哨兵机器人

新的比赛规则机制的改变，引入了哨兵补血点回血机制，对于嵌入式与机器视觉来说，难度极大，同时也更具挑战性。

在新的挑战下，我将技术难点锁定在了 ROS 机器人操作系统、即时定位与地图构建（SALM）与车间通信（主要是与雷达机器人进行车间通信）三个技术难点上，其中 SALM，我队往届未涉及过该部分，所以将该难点作为了我队在全自动哨兵机器人上面的首要技术目标，车间通信技术，我队有该方面的技术积累，所以主要是进行长期性的优化与完善。

ROS 机器人操作系统则处于对现有框架的完善与优化和对新部分的学习改善重构上。

（3）工程机器人机械臂与自定义遥控器

新赛季对于大资源岛以及兑换站的规则改动使得工程机器人原先的纯滑台机械臂结构难以在赛场获取足够的经济支撑整场比赛，要使用至少 6 个自由度的新结构机械臂，这对于嵌入式控制以及机械设计都是一个全新的挑战。

在新赛季规则下，我队决定采取三滑台+三旋转关节的六自由度机械臂结构，并且将技术难点放在机械臂手动、半自动脚本控制、自定义控制器上。相比于原先的纯滑台机械臂，六自由度机械臂可以更好地抓取和放置大资源岛上的矿石，以及在兑换站上进行快捷高效的兑换操作。这也是我队第一次尝试六自由度机械臂的控制算法的设计，采用了 PID 控制和轨迹规划，实现了机械臂的基本运动。目前，我队还在对六自由度机械臂的性能进行测试和调试，以及对控制算法进行改进和优化。

（4）雷达全图定位

雷达通过 yolo 来做目标检测识别，通过整理数据集以及在识别速度与识别准度之间的平衡，而后通过 SLAM 建模场地并应用到实际比赛当中，同时运用数学逻辑分析，将目标转化成现实世界 3D 坐标点。保持在识别准确率 80%，识别速度在 10ms 内，这样可以更能有效的实现在比赛场合的运用。

1.3.4 目标跟踪进度管理

1.3.4.1 目标跟踪进度管理意义

（一）确保项目按计划进行：

通过过程跟踪，可以了解目标项目的进展情况，及时发现和解决问题，确保项目按照预

定的计划进行。

（二）提高工作效率和质量：

通过定期的进度检查和反馈，可以及时发现和解决战队成员在工作中遇到的问题，提高工作效率和质量。

（三）确保目标的实现：

通过过程跟踪，可以确保项目的进展符合预期的目标和要求，及时调整和优化项目的方向和目标，以确保最终实现项目的目标。

（四）风险管理：

通过过程跟踪，可以及时发现和解决项目中的风险和问题，采取相应的应对措施，降低风险对项目的影响。

（五）持续改进和优化：

通过过程跟踪，可以对项目进行深入的分析和总结，找出存在的问题和瓶颈，提出相应的解决方案，持续改进和优化项目的过程和方法。

1.3.4.2 目标跟踪进度管理动作指导

我队建队以来，便建立了关于项目进度跟踪的相关准则，并一直不断完善，下为铁人战队关于目标进度跟踪管理动作指导方案：

（一）制定跟踪计划：

明确需要跟踪的项目、跟踪的时间段和跟踪的具体内容。

（二）确定跟踪方式：

可以选择面对面的沟通、电话交流、邮件或在线会议等方式进行过程跟踪。

（三）定期收集数据：根据跟踪计划，定期收集项目的数据，包括工作进展情况、进度完成率、质量情况等。

（四）分析和评估：

对收集到的数据进行分析 and 评估，比较实际进展情况与计划是否一致，及时发现和解决问题。

（五）调整和优化：

根据分析和评估的结果，对项目计划进行调整和优化，确保项目能够按照预期的目标和要求进行。

（六）记录和报告：

将过程跟踪的结果进行记录和报告，包括工作进展情况、遇到的问题和解决方案、下一步的计划等。

（七）保持沟通：

在过程跟踪中，需要保持与团队成员的沟通，及时了解他们的需求和困难，提供必要的支持和帮助。

（八）风险管理：

及时发现和解决项目中的风险和问题，采取相应的应对措施，降低风险对项目的影响。

（九）持续改进和优化：

对项目过程进行深入的分析 and 总结，找出存在的问题和瓶颈，提出相应的解决方案，持续改进和优化项目的过程和方法。

对于每个兵种或者技术组，都有一份对应的时间节点安排表，到了对应的时间截点，由对应组别负责人检查任务完成度，必要时给予督促。在机械组进行组装时，也需要机械组成员按时完成。最后往往会比预定时间会提前一些时间，避免调试时不可控因素导致的进度时间耽误。具体进度追踪与管理，详情见“[6.2.1.4 进度追踪](#)”

2. 项目分析

2.1 上赛季项目分析经验

2.1.1 与既定赛季规划目标差异分析

(1) 人力安排不合理

2023 赛季人员数量较 2022 赛季有一定突破，但是中途有部分同学因为个人原因退出战队，导致退出的同学的工作不得不累积到其他同学身上，导致每个人工作任务繁重，使得部分车组因为主要负责人工作量繁多，导致车组进度落后或晚于既定时间节点。

(2) 风险规划不合理

在部分车组进度即将落后既定时间点的情况下，并没有对该车组进行合理的风险预测与规划，在进度落后既定时间点的情况下，并未能有效及时的提出备选方案进行整体进度把控。

2.1.2 最优与最差动作分析

(1) 最优动作分析

在 2023 赛季中，战队最优动作是对于平衡步兵机器人和自动哨兵机器人的研发与实际上场情况都远超预期，对于两个技术研发兵种的进度监督与把控是极度符合到位的。

通过分析原因可知：

(一) 兵种研发主要人员为多次参赛老队员

多次参赛老队员本身技术力强、认真负责、经验丰富，安排在重要技术研发岗位上，能够确保及时有效的完成原本既定技术研发目标。

同时，老队员多次参赛，对于时间节点把控极其到位，会对时间点有一种压迫感，使得他们对于研发进度极其重视，有着极好的时间观念，能够远在既定时间节点前完成任务，同时帮助其他组完成任务。

(2) 最差动作分析

在过往赛季中，最差动作为对于工程组进度的风险规划不合理，战队未能对工程组同学进度落后提前进行风险规划，使得战队工程进度最为落后，很大程度耽误比赛情况；

通过分析原因可知：

（一）时间节点安排把握不合理

工程组机械队员任务量巨大，故安排时间较多，但也是正因为对于机械组时间太过宽裕，导致机械组成员毫无时间概念，养成了放松懈怠的习性，在后期赶进度时无法提上速度。

（二）人员分配不合理

对于机械组人员安排不合理，将机械组人员认真负责的同学在后期才作为工程组主力成员，在前期并没有将其作为工程组主力。

2.1.3 赛季经验总结与心得

（1）资源安排合理

这里的资源包含但不限于人力资源，物资资源，经费资源，赞助资源，宣传资源等。“好钢用在刀刃上”对于每一种资源我们都应当发挥出最大的用处。同时安排合理得当，在中途如果出现人员变动、物资变化等意外突发情况，合适的人员安排也能极大程度的减少突发情况造成的不良后果。

（2）应当提前做好风险规划与进度把控

提前进度把控能够有效将队伍进度做好把控，使得进度在既定时间点上能够达到。提前做好风险规划则能避免意外情况的发生造成的不良影响，将突发事件的影响降低到最低。

2.2 新赛季规则解读

2.2.1 机器人调整

（1）哨兵机器人

哨兵在这个赛季中新增了一部分巡逻区，并且拥有了更多的自我决策能力，使得一个强大的哨兵能对对方产生更大的威胁，进一步提升了哨兵的能力上限，包括但不限于哨兵飞坡、打符、击打前哨站、防守环高前哨站等，同时发弹量的购买和血量的削弱等机制又进一步限制了哨兵的能力发挥，使其下限更低，对哨兵的决策又做出了新的考验。

（2）平衡步兵机器人

平衡步兵机器人的平衡底盘的取消使平衡的优势进一步削弱，对底盘的功率控制产生了新的考验。同时台阶高度的下降，会让更多队伍尝试具备跳跃能力的平衡步兵。

(3) 飞镖系统

飞镖机器人的镖体设计尺寸变大，对于飞镖镖体的设计，使得参赛队伍有更多的奇思妙想，引入更多的精彩的飞镖设计。

(4) 空中机器人

无人机增加冷却时长，每次出动时间为 35 秒，滞空时间变长，单次起飞的发弹量也增多，对于弹舱的载弹量提出了更高的要求。

(5) 工程机器人

工程机器人最大尺寸改变，最大伸展尺寸相比去年在 Z 方向增加了 100mm。

在裁判系统中电源管理模块给出了工程机器人的 Mini PC 的电源接口的同时，还可安装白色补光灯和显示屏，只可在获取可移动道具时使用白色补光灯增强视觉识别特征，这无疑是在鼓励参赛队伍使用视觉兑矿。

2.2.2 比赛机制调整

(1) 工程机器人与经济机制

首先是工程机器人在兑换区获得 100% 防御增益，这让工程机器人能够更好更安心的进行兑换。同时，金矿的基础价值提高 100 金币，这避免了比赛时候大家都只获得银矿进行经济获得，极大增加了比赛观赏性。同时，兑换收益将与兑换时间挂钩，这无疑是在引导参赛队能做出更快更稳的机械臂运动规划，甚至是自动机械臂兑矿。

同时远程兑换弹丸、血量以及兑换立即复活的金币花费降低，这使得更多队伍能用金币远程消费改变场上局势。使得比赛更具观赏性。

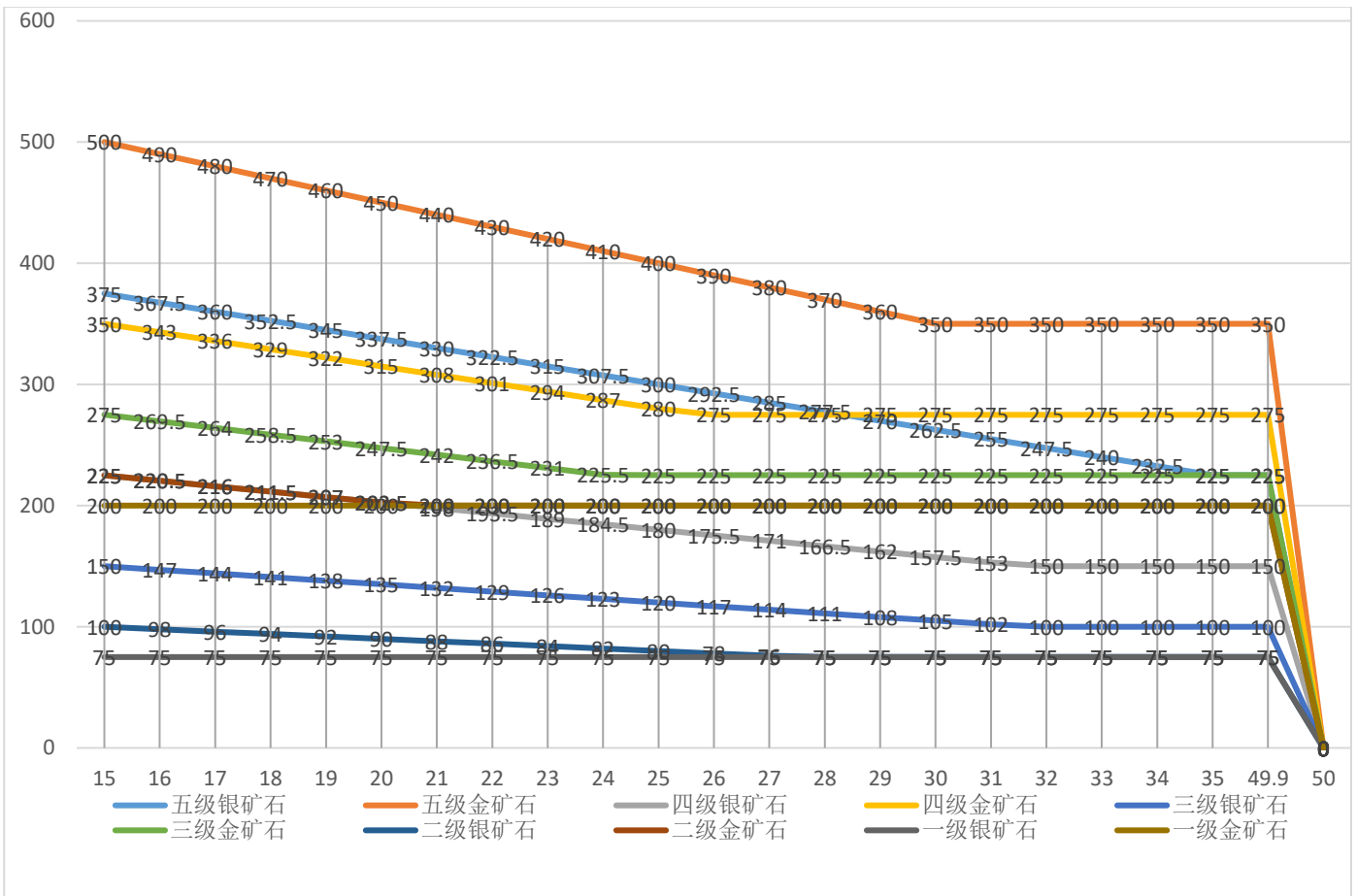


图 2-1 兑换时间与兑换金额关系图

(2) 雷达高亮机制

雷达高亮机制被加强为易伤，机器人被对方雷达标记，收到弹丸伤害增加。如果在一场势均力敌的团战中，某一方的机器人被对方雷达高亮易伤，那对方在团战中无疑将取得巨大优势，甚至能决定一场比赛的胜负。

(3) 比赛经验和性能体系

对机器人的经验等级机制进行的调整，最高等级由 3 级改为 10 级，使机器人的能力提升曲线更加平滑，同时新增的半自动机器人和平衡机器人拥有经验加成，能更快进行升级等能力提升。

对于机器人性能选择，取消了枪管弹速优先，在其他枪管性能选择中变相加入了弹速优先选项。对于底盘性能而言，取消了平衡底盘的选择，但是平衡机器人额外 50%的经验收益，会使得平衡机器人等级和对应的功率限制变化提升更快，亦为一种提升。

(4) 半自动操作模式

新增半自动控制机器人模式，在这种操作模式下，机器人的对于经验收益加持将获得额外 100%，对于机器人性能提升将极大提高，当然这对于机器人的制作技术难度也将大大提高。

(5) 调整能量机关相关收益

能量机关和大能量机关的经验加成将增加，大能量机关的攻击力增益将随着所激活环数的提高获得更加高额的加成，最高 500%。更加鼓励参赛队做出弹道更好视觉更强响应更快的能量机关视觉系统。

2.2.3 场地调整

(1) 桥洞

红蓝方环形高地内部各自打通了一条狭窄的隧道。该隧道直接连接了双方基地区和中央的荒地区，且隧道通行尺寸略小于步兵的初始尺寸。

环形高地下面开通了隧道，可以让小型机器人从中穿过，以便快速到达对方基地处。

(2) 公路区

公路区整体高度降低，飞坡起点附近公路的围挡取消。这会让机器人跳跃或者登台阶这项能力纳入项目设计规划当中，同时也让队伍在比赛过程中的进攻路线有了更多选择。

(3) 飞镖击打区域

前哨站与基地上方上部的飞镖引导装甲板变得可以移动。参赛队在比赛中途，自由选择击打模式：固定装甲板与随机移动装甲板，不同的击打模式下飞镖命中收益也不同。

(4) 哨兵巡逻区

新增多个哨兵巡逻区，对于哨兵的防守机制需要参赛队进行更多的思考。

(5) 英雄吊射点与补血站

英雄吊射点附近斜坡角度变大，这使得英雄机器人上坡难度加大，尤其是云台较重的吊射英雄机器人。同时补血点附近墙体高度变高，避免了在 2023 赛季中部分学校在补血点进行英雄吊射敌方基地的情况发生，有效避免了观赏性降低。鼓励参赛队英雄机器人游走起来。

(6) 补给站

补给站实体补弹量由 1000 发降低为 400 发，参赛队伍将对于步兵机器人本身载弹量有一定实际规划，避免在场上无弹可发的情况发生。

2.2.4 分析总结

总比赛机制进行了一次小型重做，在物价和经验系统上的改动使得工程的水平更加严苛，金币的使用场所得得到更高水平的拓宽。经验系统的调整，也使得半自动控制的优势尽显。

补给站提供的实体弹丸锐减，意味着各个队伍都需要着手解决步兵机器人的小弹丸来源问题。

半自动控制意味着精确控制的指令在操作手发出后，都将依赖机器人本体的功能自主完成，这对于机器人的机械、控制和算法系统的协调一致以及稳定性提出了相当高的要求。

24 赛季的场地的调整，为能够适应各种特殊地形的机器人提供了巨大优势。

如果机器人本身足够小型化，足以通过狭窄隧道的能力，那么队伍在进攻的时候，就可以利用这条通路，显著缩短自身队伍的补给线，以利用这条隧道发起源源不断的攻势。

如果机器人拥有攀越或者跳跃的等等对具有高低差地形的适应能力，那么就可以利用公路区获得更多选择性的进攻路线，将会更具有威胁性。

总结下来的话，便是如下几点：

(1) 对算法能力提高要求

能量机关新机制、取矿兑矿机制、半自动控制模式的出现等等，都明显表现出队伍要提高对算法这一方向的重视程度。在 23 赛季中，算法按照大方向区分只有自瞄和打符两个方面，在机械结构稳定、电控控制系统标准高、操作手操作能力强这三个前提下，可在一定程度上降低算法的重要性。

24 赛季规则改动的内容，由于原来的经济消费系统太过单一，不乏有打“低保局”还能打出不错成绩的队伍。但是在本赛季中，经济兑换系统的改变让打低保局的可能性变低，因此视觉在比赛里起的作用将逐渐的加大。哨兵形态的改动和场地改动则十分明显的看出，哨兵的制作程度将决定队伍在比赛场上的优势。通过此点，可以看出官方在引导各个队伍都能有自己开发自动化算法的能力，包括视觉，数据处理，决策等等。

(2) 提高比赛机器人整体实用范围

在近两年的比赛规则中官方规则在对于机械精度方面在引导参赛队伍进行提升，例如 22 赛季规则中修改英雄机器人吊射点，并增强参数，以引导参赛队提高英雄机器人的吊射精度，在 23 赛季中，能量机关激活机制改为击打环数，一方面是提高了算法的难度，另一方面要求参赛队的步兵机器人的发射也更为精准，在整个赛事发展中引导参赛队要提高机械精度做到极致。在本赛季规则中，机械臂兑换站和兑换时间与金币挂钩，使兑换情况更为复杂，引导参赛队的机械结构要拥有更多的适用的范围。

场地变化，使得需要机器人对于更多地形具备兼容能力，像面对实际工程一样实用于多种地形，能兼具飞跃、跳跃台阶、狭窄地形等多地形。

引导参赛队伍在机械臂上应用视觉，也是在为了可以兼容面向社会实际工程。

(3) 场地、规则对操作手战术战略引导

除了在机器人的制作上有引导外，对于比赛过程中的战术战略，通过地形变化和比赛机制的相关变化，可看出，在引导参赛队伍都能对于比赛的场地有着更为优秀的利用。

增加比赛胜利中技术创新的所占的影响因素，鼓励队伍去思考更为优秀赛场的战略。

2.3 研发项目规划

2.3.1 步兵机器人

2.3.1.1 需求分析

本赛季规则较于上赛季而言，规则改动不大。总体而言，步兵在比赛上自由度较高。本赛季中起伏路段的面积与 23 赛季相比，并未变化，仍仅存在于中心资源岛附近地区，而中心资源岛区往往是双方发生对战的重要地方，在大面积的起伏路段自由灵活移动，为保证云台枪管的稳定性，需要底盘具有很强的减震能力，在起伏路段受影响的程度应尽可能的减少。除此以外，普通步兵还需要能够稳定飞过公路断坡，来达到相应的增益，所以底盘在适应起伏路段的同时，能稳定飞坡，才能在比赛过程中更好的发挥步兵的作战能力；同时，公路区高度降低和桥洞的增加，多地形的变化对于步兵底盘的功能性需求也大大增加，包括登台阶和通过桥洞；最后就是步兵机器人应该具有良好的通过性，以较快速度通过环形高地。在 23 赛季中，步兵机器人分别设计了自适应、独立悬挂两种不同形式的悬挂系统，但在通过性方面设计有所欠缺，故在本赛季中重点应均衡两种悬挂的优点和良好的通过性。

对于云台来说，利用两个自由度的控制，在保证云台枪管的稳定性的同时，让步兵有更大的灵活性。其中 Yaw 轴可以实现 360°自由地控制枪管的朝向，还能配合底盘小陀螺旋转的功能，有效的躲避子弹。其中 Pitch 轴可为适应本赛季大面积荒地做出一定的革新，加入适应算法来最大限度的消除由于底盘在起伏路段运动导致的整车抖动。如何保持小陀螺模式下，云台的稳定不抖动，对于视觉自瞄要求也提高了，以及如何在敌方进行快速小陀螺情况下进行有效自瞄。

发射机构：步兵的主要任务是击毁敌方机器人和触发能量机关，由于本赛季中，能量机关的激活改为打靶，对于发射机构要求提高；然后便是在特定情况下辅助英雄机器人对建筑物进行输出。同时因为补给站对于实体补弹数量的减少，也需要对于弹仓进行大容量设计。

2.3.1.2 技术难点

通过视觉与电控的调试，让步兵具备对目标快速且稳定的自瞄打击和精准的击打能量机关的能力，并加入适应算法最大限度消除由于底盘在起伏路段运动导致的整车抖动。

攀越高坡结构的设计，和大容量弹仓结构的设计，以及增加新结构后的轻量化和模块化设计。

2.3.1.3 设计思路

表 2-1 步兵机器人设计思路

机构	需求分析	设计思路
底盘	<p>新赛季地图地形变化，需要能够拥有攀越台阶的能力的同时更要做好在平稳路段、起伏路段、飞坡三种不同情况的全适应悬挂系统；</p> <p>底盘设计需要具有良好的通过性，以较快速度通过环形高地，顺利通过障碍块不会发生侧翻，经过梯形高地不会侧翻。</p>	<p>底盘首先需要简单轻便，维护方便，有针对性的独立悬挂与自适应悬挂相结合，在起伏路段具有较小的刚度系数，在飞坡等减震幅度较大时具有较大的刚度系数，避免底盘受到破坏。轮距设计合理，避免轮距过小导致通过性低。对于爬高坡的需求导致底盘需要增加爬坡的相关功能。</p>

机构	需求分析	设计思路
云台	<p>Yaw 轴和 Pitch 轴两个自由度确保步兵的云台灵活，能实现稳定快速的云台 360 旋转打击；</p> <p>上中置供弹云台弹仓尽可能实现大载弹量，在俯仰角达到最大的时候能够实现顺利落弹，拨弹部分没有卡弹现象，最大可能降低云台 Yaw 轴和 Pitch 转动惯量，摄像头采用工业摄像头，妙算搭载在云台 Yaw 轴。</p> <p>同时将弹仓与云台进行分离，避免装弹导致云台重心发生变化产生抖动。</p>	<p>Yaw 轴和 Pitch 分别用各自的电机驱动，云台采用轻量化设计，运用仿真软件进行受力分析，云台重心尽可能靠近转轴，降低转动惯量。</p> <p>发射机构根据 23 赛季步兵机器人的发射为根据进行无枪管发射的研发。</p> <p>云台在 23 赛季的基础上减少 Yaw 轴和 Pitch 轴的机加件使用，同时还需保证机械的稳定性。</p>

2.3.1.4 功能迭代目标

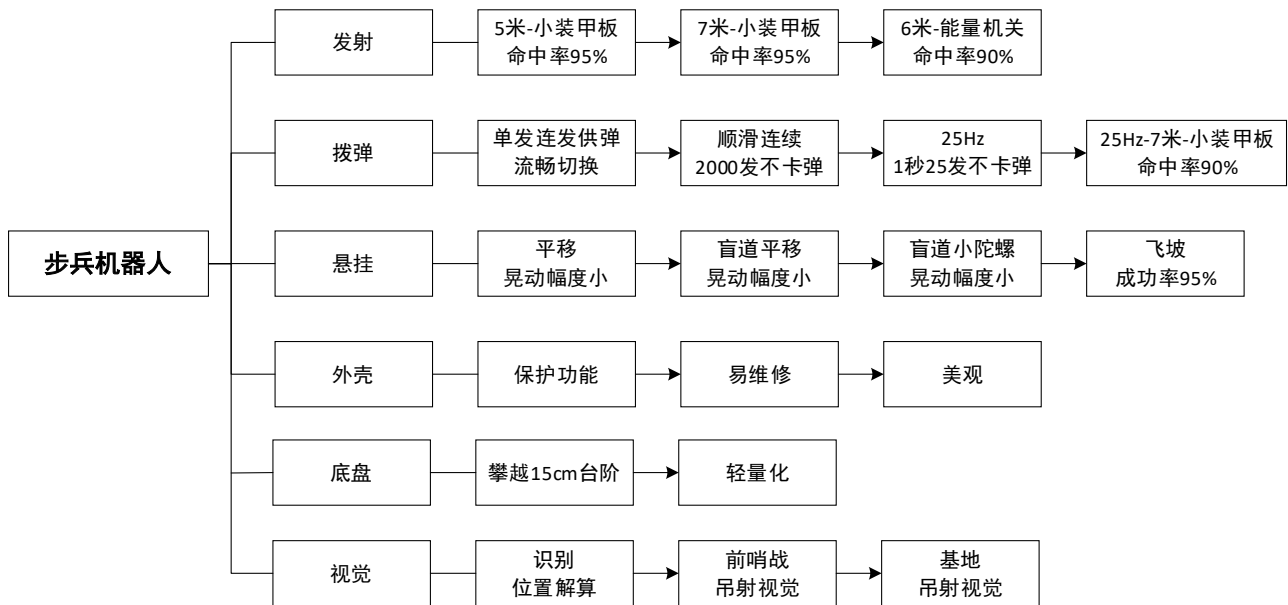


图 2-2 步兵机器人功能迭代目标

2.3.1.5 研发进度安排

表 2-2 步兵机器人研发进度安排表

时间点	研发进度目标	负责人
11.9-12.14	步兵新版悬挂系统研发	赖董瀚
11.9-12.7	发射机构、供弹结构的迭代优化	邓佳源
12.14-12.28	图纸审核以及加工装配	赖董瀚
12.28-2.8	电控进行整车调试及完成中期考核	张艺鸣
2.15-3.21	迭代第二代步兵	赖董瀚
2.15-3.7	自瞄准确度达到百分之七十	王净彤
3.7-3.21	调试超级电容达到上场效果	王一帆
3.21-4.25	电控调试第二代步兵	张艺鸣
4.25-5.30	调试击打能量机关	余杨

2.3.1.6 资源需求分析

(1) 场地需求

表 2-3 步兵机器人场地需求

场地	需求及用途
各种角度坡度、盲道	测试步兵机器人在各个地形的运动和越障能力，并具有一定的方便移动的性能，可组合综合测试。
具有保护功能的飞坡测试场地	地面摩擦力也需综和模拟实际比赛情况，测试步兵机器人飞坡性能。
能量机关	由于官方打靶能量机关模拟能量机关击打技术要求较高，故在 22 赛季能量机关进行修改，关于击打点的观察，可利用复写纸观察弹丸落点。

（2）公用物资需求

表 2-4 步兵机器人公用物资需求

设备	需求及用途
3D 打印机	打印机器人结构所需的 3D 打印件
雕刻机及精雕机	进行机器人板材加工及简单铝材加工（雕铣）
装甲板	测试自瞄性能
17mm 弹丸	弹丸散布测试（与哨兵、无人机协商使用）
各类必需工具、原材料	解决后续装配和维护过程中出现的问题 (已按车组进行机械工具的划分)

2.3.1.7 人力需求分析

步兵机器人作为场上数量最多的机器人，在赛场上承担着重要的角色。因此负责的同学在整个设计调试阶段需要有责任心，遇到问题及时解决。由于步兵的模块化设计，底盘和云台可以分开同时调试，因此可以多人同时开展任务，使效率最大化。

（1）机械组分工

需要完成步兵机器人的结构分析和设计，完成零件的加工和车体装配，并在后续步兵的调试过程中完成维护的工作。对当前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。

（2）嵌入式分工

硬件组：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。测试完善新版供电方案，最终实现传统步兵的减重乃至将超级电容用于平衡步兵。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。不断优化下位机和上位机的传输稳定性，并寻求新的、更稳定的传输方式。

电控组：优化代码架构，配合硬件组完善功率限制和电源切换方案。调试传统步兵、平衡步兵和自动步兵。

（3）视觉组分工

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。

表 2-5 步兵机器人人员分配

人员	技术组别	负责工作
梁宏坤	电控	步兵底盘电控部分的编写与调试
张艺鸣	电控	步兵云台电控部分的编写与调试
赖董瀚	机械	步兵底盘机械部分的设计与装配 (重点为悬挂系统的设计)
邓佳源	机械	步兵云台机械部分的设计与装配 (重点为发射机构的迭代优化)
王一帆	硬件	超级电容的研发与走线
王净彤	视觉	自瞄程序的研发与优化
余杨	视觉	能量机关代码的研发与调试

2.3.2 平衡步兵机器人

2.3.2.1 需求分析

平衡步兵机器人采用轮腿构型，结合了轮与腿两种构型的优点，在具有轮驱的高能效优点的同时收获腿带来的良好地形适应性。相比于足式机器人，驱动轮可使机器人更容易获得较高的移动速度；相比于传统轮式倒立摆机器人，腿的加入使机器人机构获得了更多的自由度、为机器人的平衡与运动提供了新的思路，可以极大程度提升倒立摆机器人的运动表现。轮腿平衡步兵的轮腿部分可以视为一个主动悬挂部分，无论是对于快速稳定通过盲道，还是稳定快速的飞坡进行进攻，亦或者是利用可站立优势进行隔着建筑物进行进攻，或者是跳跃台阶进行反攻。

2.3.2.2 技术难点

平衡机器人，首先面临的挑战就是做出机器人的自我姿态调整适应系统，同时让其在地面上能够做到场地打滑检测，在倒地后也要快速恢复平衡姿态。在保证自身平衡的同时，要让平衡步兵做到稳定的飞坡，同时需要设计出一种稳定的跳跃姿态模式，以及为平衡步兵设计出稳定的控制器。

2.3.2.3 设计思路

表 2-6 平衡步兵机器人设计思路

功能	需求分析	设计思路
控制器设计	轮腿平衡步兵比普通步兵具有更多的自由度,且还需要兼顾自身平衡姿态,在兼顾自身姿态保持平衡与稳定的情况下,平衡步兵才能作为比赛场上的大利器。	因为需要兼顾多种姿态,同时,还要在比赛场上发挥作用,普通的控制器已经无法满足平衡步兵的需求,所以采用 LQR 线性最优控制器,同时加入 VMC 算法,来进行髋关节电机的控制,保证其控制稳定性
轮腿底盘	轮腿底盘首先需要保证轮腿与底盘之间的运动不会互相干涉或者具有较大阻力阻碍轮腿运动,其次是保障底盘配重保持均匀,这样可以在机械层次上保证轮腿平衡步兵的姿态保持。	轮腿底盘设计时在底盘与轮腿之间保证无干涉情况发生,同时装配过程中对材料进行处理,减小轮腿与底盘之间可能会产生对阻力,同时设计时保证底盘前后左右对称,保证中心在底盘中心位置处。
云台	云台需要两个自由度的运动即 Yaw 轴和 Pitch 轴的运动,实现稳定快速的云台 360 旋转打击;中置供弹云台弹仓尽可能实现大载弹量,在俯仰角达到最大的时候能够实现顺利落弹,拨弹部分没有卡弹现象,最大可能降低云台 Yaw 轴和 Pitch 转动惯量,摄像头采用工业摄像头,妙算搭载在云台 Yaw 轴。	Yaw 轴和 Pitch 分别用各自的电机驱动,云台采用轻量化设计,运用仿真软件进行受力分析,云台重心尽可能靠近转轴,降低转动惯量。

2.3.2.4 功能迭代目标

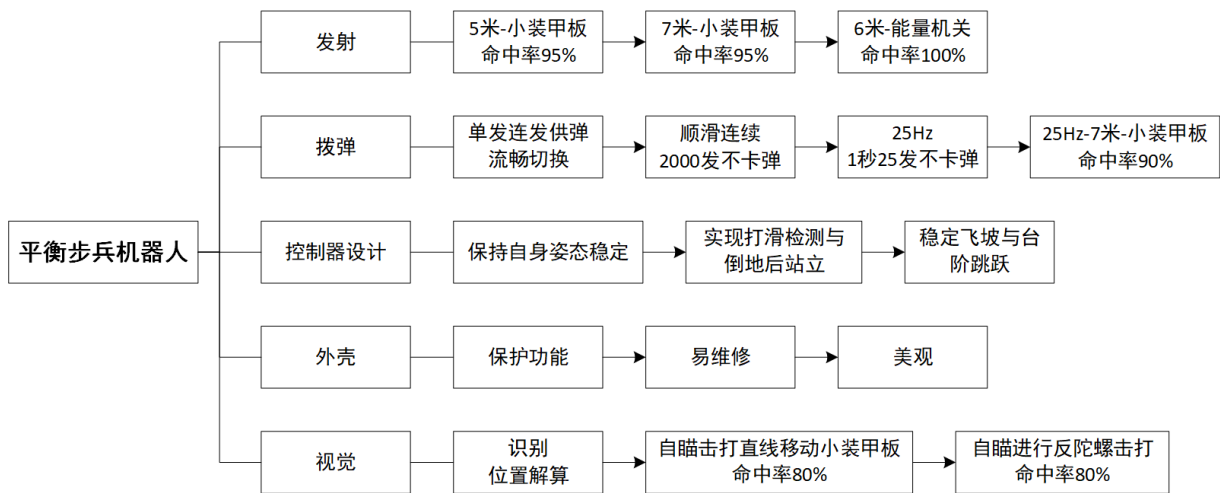


图 2-3 平衡步兵机器人功能迭代目标

2.3.2.5 研发进度安排

表 2-7 平衡步兵机器人研发进度安排表

时间点	研发进度目标	负责人
11.9-11.23	优化底盘结构，修改发射系统	邓佳源
11.23-12.21	图纸审核及加工装配	邓佳源
12.21-2.8	电控进行整车调试及完成中期考核	唐阳
2.15-3.7	自瞄准确度达到百分之七十	王净彤
2.15-3.21	迭代第二代平衡及加工装配	邓佳源
3.7-4.11	调换超级电容及功率控制	王一帆
3.21-4.25	电控调试二代平衡	唐阳
4.25-5.30	调试击打能量机关	余杨

2.3.2.6 资源需求分析

(1) 场地需求

表 2-8 平衡步兵机器人场地需求

场地	需求及用途
各种角度坡度、盲道	测试步兵机器人在各个地形的运动和越障能力，并具有一定的方便移动的性能，可组合综合测试。
具有保护功能的飞坡测试场地	地面摩擦力也需综和模拟实际比赛情况，测试步兵机器人飞坡性能。
能量机关	由于官方打靶能量机关模拟能量机关击打技术要求较高，故在 23 赛季能量机关进行修改，关于击打点的观察，可利用复写纸观察弹丸落点。
150mm 高台阶	测试平衡步兵跳跃台阶能力

(2) 公用物资需求

表 2-9 平衡步兵机器人公用物资需求

设备	需求及用途
3D 打印机	打印机器人结构所需的 3D 打印件
雕刻机及精雕机	进行机器人板材加工及简单铝材加工（雕铣）
装甲板	测试自瞄性能
17mm 弹丸	弹丸散布测试（与哨兵、无人机协商使用）
各类必需工具、原材料	解决后续装配和维护过程中出现的问题 (已按车组进行机械工具的划分)

2.3.2.7 人力需求分析

平衡步兵具有各种极高的数值，一旦上场，将在赛场上承担着重要的角色。需要也值得投入较多精力进行研发。因此负责的同学在整个设计调试阶段需要有责任心，遇到问题及时解决。由于平衡步兵的模块化设计，底盘和云台可以分开同时调试，因此可以多人同时开展任务，使效率最大化。

（1）机械组分工

需要完成平衡步兵机器人的结构分析和设计，完成零件的加工和车体装配，并在后续平衡步兵的调试过程中完成维护的工作。对当前平衡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。

（2）嵌入式分工

硬件组：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。测试完善新版供电方案，最终实现将超级电容用于平衡步兵。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。不断优化下位机和上位机的传输稳定性，并寻求新的、更稳定的传输方式。

电控组：设计出稳定的 LQR 控制系统，同时将 VMC 算法加入系统中，实现轮腿平衡步兵的最优控制，并且优化代码架构，配合硬件组完善功率限制和电源切换方案。不断优化平衡步兵控制系统。

（3）视觉组分工

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。

表 2-10 平衡步兵机器人人员分配

人员	技术组别	负责工作
唐阳	电控	平衡步兵电控部分控制器的研发与调试
邓佳源	机械	平衡步兵机械部分的设计与装配
王净彤	视觉	自瞄程序的研发与优化
余杨	视觉	能量机关代码的研发与调试

2.3.3 英雄机器人

2.3.3.1 需求分析

本赛季英雄规则较于上赛季而言，规则改动不大，更偏向于功能上的更上一层楼。本赛季与英雄相关改动主要集中于地图上，首先加高了补给点外侧墙相当于禁止了补给点吊射，然后是吊射点地形发生变化，主要体现在更难上吊射点，由以前的 12° 坡变为 20° 坡，对英雄机器人超级电容和悬挂设计要求更高了，还有吊射点相对于上赛季向后移动了 1 米多使吊

射点吊射难度有所上升需要更高的射击精度，对于吊基地也需要找到一个新的合适射速以满足射程需求。另外还有公路区高度降低，减小了下台阶翻车风险让下台阶进攻更有可行性。最后就是经验系统的变化增多了经验获取的途径和改进了升级所能带来的收益，鼓励机器人场上更积极参与战斗。

总的来说本赛季英雄机器人底盘方面需求机动性更好满足上坡和突袭的需要，发射机构方面需要更加精准有足够的吊射能力。

2.3.3.2 技术难点

机械方面通过 的方式获得更精准的吊射能力，视觉与电控方面实现辅助对位瞄准加快瞄准效率，硬件方面超级电容开发完善让英雄机器人机动性提高。

为了整体上更为稳定降低底盘的高度，即可采用将原有弹舱位置下移，此时需要考虑到整体由铝方管组成的框架；目前在不改变原有的非独立悬挂结构的情况下能够进行减重处理，即在机械原理的情况下对铝方管、玻纤板和碳板进行合理的镂空处理；因为本赛季采用的是远程吊射模式，底盘需要更稳，在射击精准度才能加分，即机械方面需要保证 pitch 和 yaw 轴的稳定性；节省材料、减重同时是设计的一个重点，机加工部分的构件考虑的合理性，主要部位材料的选择；需要对底盘的加宽以适应上下坡时不会翻车。

2.3.3.3 设计思路

表 2-11 英雄机器人设计思路

机构	需求分析	设计思路
云台及供弹链	云台转动需要更加稳定不晃动，确保发射精度，适应远距离发射。	；
	云台需要避免复杂的接线和减重。	对云台一些板件进行有限元分析，对受力要求不高的板件进行减重。

机构	需求分析	设计思路
	有较为清晰的基地吊射视野。	将图传安装于与发射机构独立且位于侧面（防止抬高 pitch 轴时云台前端遮挡视野）视野良好处的小云台上，加装倍镜切换装置来满足基地吊射需求。
	Yaw 轴转动需要更加灵活。	英雄采用下供弹，同时把重量尽量集中在 Yaw 轴附近，提高云台转动的相应速度。
底盘	由于麦轮特殊的运动方式，需保证英雄在经过起伏路段时每个麦轮有足够的抓地力。	在结构设计上采用非独立悬挂，提高底盘自适应性，达到英雄底盘在经过不同地形时都能够保持轮组紧贴地面的效果，同时降低底盘的晃动幅度。
发射机构	需求能适应公差范围内大小不一致弹丸获得稳定的初速和可接受发射角度偏差。	
拨弹	优化拨弹盘的结构，缩小供弹占用尺寸，增大弹舱提高载弹量。	拨弹处取消弯管，直接从拨弹舱进入弹链可大大减小长度尺寸。

2.3.3.4 功能迭代目标

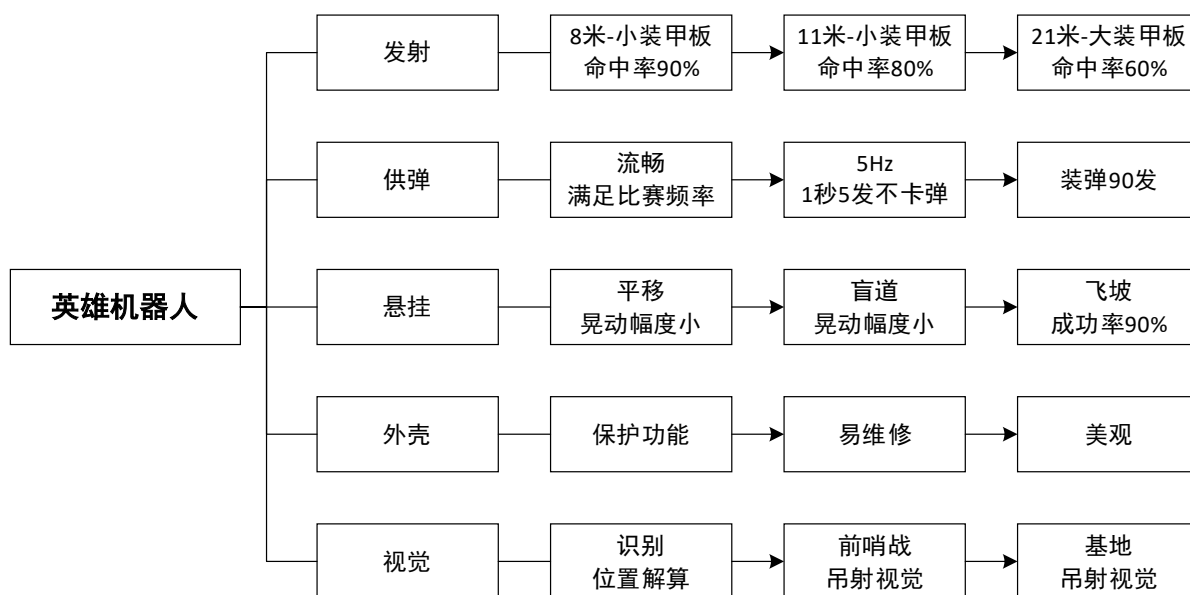


图 2-4 英雄机器人功能迭代目标

2.3.3.5 研发进度安排

表 2-12 平衡步兵机器人研发进度安排表

时间点	研发进度目标	负责人
11.9-11.23	发射机构迭代优化	唐訢壹
11.23-12.28	图纸审核及加工装配	王文杰
12.21-2.8	电控进行整车调试及完成中期考核	朱研
2.15-3.21	迭代第二代英雄及加工装配	王文杰
3.7-4.11	调换超级电容及功率控制	王一帆
3.21-4.25	电控调试二代英雄	朱研

2.3.3.6 资源需求分析

(1) 场地需求

表 2-13 英雄机器人场地需求

场地	需求及用途
梯形高地	模拟上梯形高地测试机器人的通过性以及梯形高地对前哨站及基地的吊射测试
前哨站	利用官方装甲板自制前哨站，测试英雄机器人在吊射点的命中率，并绘制 UI
基地	测试吊射英雄在吊射点的命中率，并根据测试结果进行后续迭代

(2) 公用物资需求

表 2-14 英雄机器人公用物资需求

设备	需求及用途
3D 打印机	打印机器人结构所需的 3D 打印件
雕刻机及精雕机	进行机器人板材加工及简单铝材加工（雕铣）
装甲板	测试自瞄性能
42mm 弹丸	弹丸散布测试
各类必需工具、原材料	解决后续装配和维护过程中出现的问题 (已按车组进行机械工具的划分)

2.3.3.7 人力需求分析

英雄机器人本赛季作为主要输出单位，在对基地、前哨站等建筑的进攻方面起到了决定性的作用。英雄机器人在研发过程中对人员需求很大。本赛季需要现有队员进行新方面的技术学习，同时做好对新队员的培训，使新队员尽快开始进行新的技术方向的研究。同时做好技术传承工作，防止技术断代。

(1) 机械组分工

需要完成英雄机器人的结构分析和设计，完成零件的加工和车体装配，并在后续英雄的

调试过程中完成维护的工作。对当前英雄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。由于英雄机器人结构稳定，仅需对发射进行迭代，故还需兼顾吊射英机械部分的继续研发迭代，以争取可上场。

（2）嵌入式分工

优化代码架构，配合硬件组完善功率限制和电源切换方案。调试英雄机器人。硬件部分为步兵组硬件负责全队超级电容的研发及适用工作。

（3）视觉组分工

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。

表 2-15 英雄机器人人员分配

人员	技术组别	负责工作
朱研	电控	英雄电控部分代码编写与调试
唐昕壹	机械	英雄机械部分的设计与装配 (重点为发射机构迭代优化)
王文杰	机械	英雄机械部分的设计与装配 (重点为底盘迭代优化)
朱亚峰	视觉	英雄机器人自瞄部分的代码编写与调试

2.3.4 工程机器人

2.3.4.1 需求分析

本赛季中，对工程机器人需要能够从狭小的通道内取出大资源岛的金矿石，并且具有将目标金矿石放置的多自由度的任意指定位置的能力。这就要求能够使用机械臂去完成目标任务。而兑矿收益会随着兑矿时间的增加梯度衰减，这就要求兑矿时操作要精准高效，需要自定义控制器去高效完成更复杂的操作，或是添加 MiniPC，实现对机械臂路径的实时规划，实时观测，全自动快速完成兑矿过程。

2.3.4.2 技术难点

根据兑换站和资源岛的改动，工程机器人应当设计出合适的高自由度机械臂，使其能够完成不同难度的兑换任务，同时对机械臂前端的抓取结构进行合理设计，让其能抓取不同姿

态的矿石。对工程机器人的整体结构进行优化，在不同兑换状态下保证其 xy 平面上具有足够的伸展空间。电控方面控制机械臂，对抗自身重力以及被抓取的矿石的重力。让机械臂快速响应、到达目标位置。

2.3.4.3 设计思路

表 2-16 工程机器人设计思路

模块	需求分析	设计思路
机械臂	能从大资源岛稳定取到矿，长度足够，受力合理，兑换矿石能更加迅速稳定。同时需要稳定控制多自由度关节迅速达到指定位置	roll, pitch, yaw 轴，三轴自由度机械小臂，使用 M2006 带动齿轮，通过设计好的传动比传动，小臂前结构内部设置气缸，兑换时通过气缸推动矿石进行兑换，抓取采用吸盘。同时采用 PID 调节/建模求解后使用滑模控制
滑台	x, y, z 移动范围能达到取矿兑矿的需求	依旧选择龙门架。横移机构采用电机固定在机构运动起始端或终止端，通过同步带或链条带动机构运动；横移机构采用齿条固定，电机固定在运动机构上，通过齿轮与齿条的啮合，带动机构运动。
底盘	支撑住整车，在不限功率的情况下能更加稳定	参考已实现能够飞坡的强队的工程车进行相应的改进，相对于去年，底盘结构更加简单，悬挂有所提高。
自定义遥控器	比键盘鼠标更易操作，能够操作 6 个自由度	直接解算陀螺仪，使用各自由度增量作为控制量输入或者采用孪生缩比机械臂模型

2.3.4.4 功能迭代目标

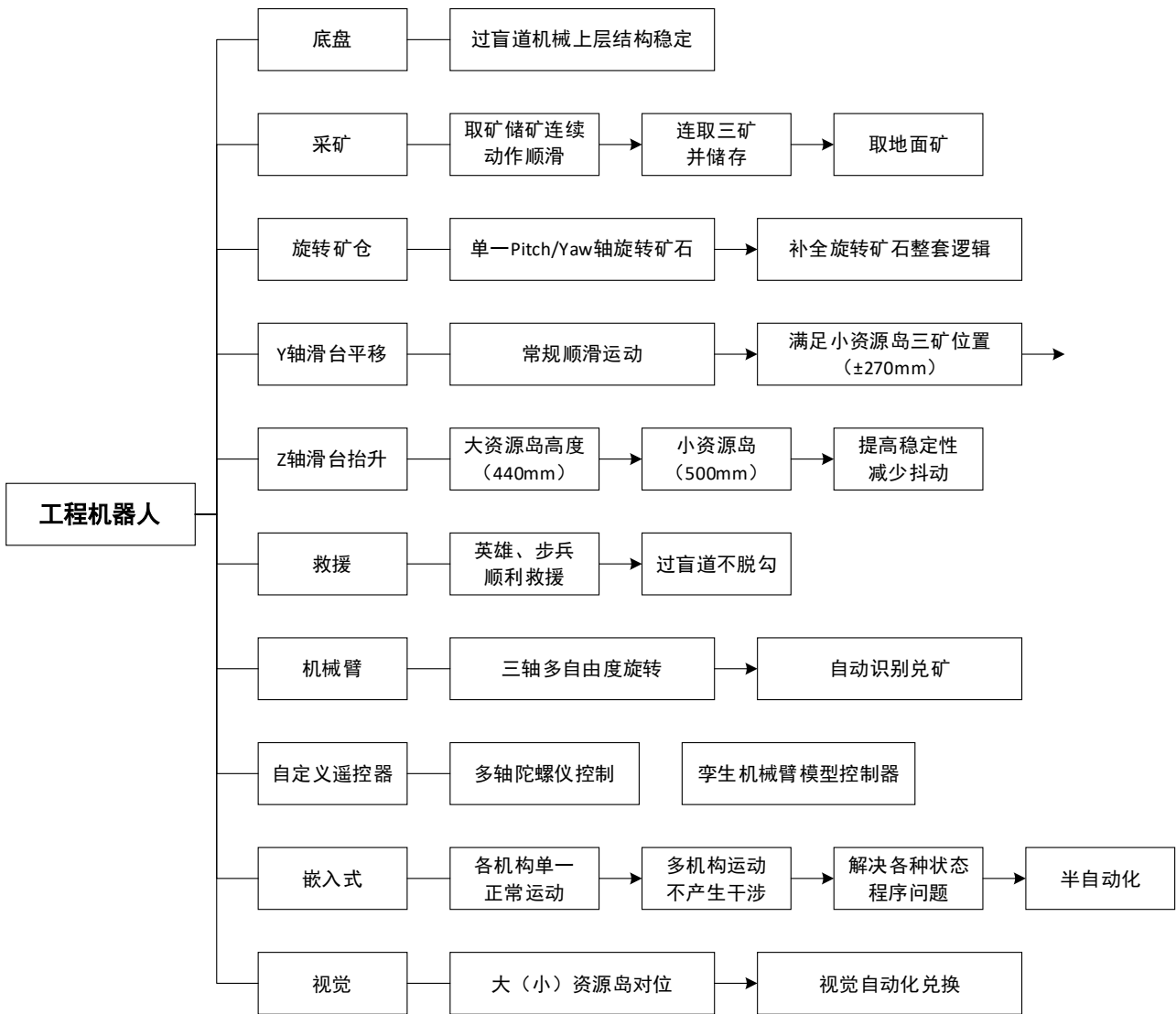


图 2-5 工程机器人功能迭代目标

2.3.4.5 研发进度安排

表 2-17 工程机器人研发进度安排表

时间点	研发进度目标	负责人
11.9-11.23	机械臂的设计及机械测试	吴家亮
11.9-11.23	自定义控制的设计及调试	曾宪霖
11.23-12.7	第一代机械臂及控制器的测试	楼朝阳
11.23-1.4	图纸审核及加工装配	吴家亮
1.4-2.8	电控进行整车调试及完成中期考核	楼朝阳

时间点	研发进度目标	负责人
2.15-3.21	迭代第二代工程及加工装配	吴家亮
3.7-3.21	测试视觉兑矿	王净彤
3.21-4.25	电控调试二代工程	楼朝阳

2.3.4.6 资源需求分析

(1) 场地需求

表 2-18 工程机器人场地需求

场地	需求及用途
大资源岛并实现状态指示灯和自动释放装置	测试工程机器人采矿性能和稳定性
小资源岛	测试工程机器人采矿性能和稳定性
兑换站并模拟场地灯效	测试工程机器人兑换自动流程的性能和稳定性
13° 坡、15° 坡、盲道	测试工程机器人底盘的性能

(2) 公用物资需求

表 2-19 工程机器人公用物资需求

设备	需求及用途
3D 打印机	打印机器人结构所需的 3D 打印件
雕刻机及精雕机	进行机器人板材加工及简单铝材加工（雕铣）
矿石	测试矿石抓取情况
各类必需工具、原材料	解决后续装配和维护过程中出现的问题 (已按车组进行机械工具的划分)

2.3.4.7 人力需求分析

工程机器人作为本赛季的核心辅助单位，在经济保障、救援、卡位等方面起到了无可替代的重要作用。此外对抗赛和单项赛中对工程机器人的需求差异巨大，因此其在研发过程中

对人员的需求很大。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。

（1）机械组分工

需要完成工程机器人的结构分析和设计，完成零件的加工和车体装配，并在后续工程的调试过程中完成维护的工作。对当前工程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。

（2）嵌入式分工

硬件组：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。测试完善新版电磁阀设计，使得在电路方面让工程机器人的气动元件更加稳定。在前期与机械组对机器人的线路布局 做好提前规划后期机器人进行走线。

电控组：学习机械臂路径规划，同时编写抬升部分、底盘部分代码。同时编写自动兑矿的程序，实现兑换半自动化。

（3）视觉组分工

编写对矿石的识别与兑换站灯条的识别的代码，同时将兑换站坐标系回传，便于电控进行机械臂路径规划。

表 2-20 工程机器人人员分配

人员	技术组别	负责工作
吴家亮	机械	工程机器人机械部分的设计与装配
曾宪霖	电控	工程机器人电控部分代码的编写与调试
楼朝阳	电控	工程机器人电控部分代码的编写与调试
王净彤	视觉	工程机器人兑换站的识别代码编写与调试

2.3.5 哨兵机器人

2.3.5.1 需求分析

哨兵机器人需求至少预装弹 800 发，在往届下供弹/半下供弹模式下，会有弹链较长或者云台转动惯量较大的问题，需要更好优化。

哨兵拥有两个测速装置，是采用切换测速（单发射）的模式还是两个测速同时使用，这

一点也需参赛队根据对比赛规则的理解来确定定位。

哨兵机器人的 150w 底盘功率限制，需要深入考虑的是如何将 150w 底盘功率使用起来，使得哨兵机器人在运动情况下更快更稳。同时，哨兵机器人还需要进行多车通信，然后在多车通信辅助下校准自身所在位置。

哨兵还要对识别到的目标自助决策优先级及跟踪规避，以及对敌方单位有效的目标识别与自瞄攻击。

2.3.5.2 技术难点

根据以往经验，机器人在自瞄模式下云台 yaw 轴延迟过大，会导致命中率过低。

由于发射机构的增加，云台重量，转动惯量也随之增加，所以自瞄模式下的 yaw 轴的精准控制为电控主要技术点；弹仓和拨弹设计，不仅影响弹丸发射速度，也影响弹链流畅度。同时哨兵的全自动导航与地图定位也是一大难点，其需与雷达保持实时通信确定自己位置，并在多场景情况自主进行决策，达到最优解。

2.3.5.3 设计思路

表 2-21 哨兵机器人设计思路

功能	需求分析	设计思路
供弹	装载 800 发 17mm 弹丸，对 pitch 轴的重量是极大的，上供弹基本可以排除设计需求，供弹需要保持不卡弹，供弹流畅，且可以保证预装 800 发弹丸	保证弹链顺滑，弹链转向部分设置轴承，各部分连接部位无凸台及不平滑的过渡；Pitch 轴链路增设连杆机构，保证链路封闭可靠。
双发射	双枪发射需要对于两个枪管的热量进行准确识别，保证不会误识别导致死亡。同时双枪重量较单枪管重，需要在云台配重方面进行思考设计。	对云台一些板件进行有限元分析，对受力要求不高的板件进行减重。，对于小电脑等电路元器件可以放在云台后端与前端双枪管进行配重。 本赛季采用单发射切换测速的方案，在 RM2022 国赛步兵即为此方案，仅需进行优化即可

功能	需求分析	设计思路
底盘	本赛季巡逻区多为坡上，需要满足机器人在全场地上均可上坡到巡逻区，满足四个爬坡地点的爬坡技能要求	优先配平底盘的重量分部。主要是超级电容 A 板，电源管理器，电池的位置分配。4 个角，必要的时候加铅块（非必要不加）。利用导轮引导上坡。
自动导航与场地建模	哨兵机器人对全场地具有一定的自我识别与定位功能，可以全自动全场自我运动，有效识别敌我目标，对敌方进行打击。同时与雷达等机器人进行多车通信，辅助自身定位。	使用 ROS 机器人操作系统与 SLAM 定位，来进行哨兵机器人的自我定位与导航，再通过官方的地图进行导航测试，优化鲁棒性。

2.3.5.4 功能迭代目标

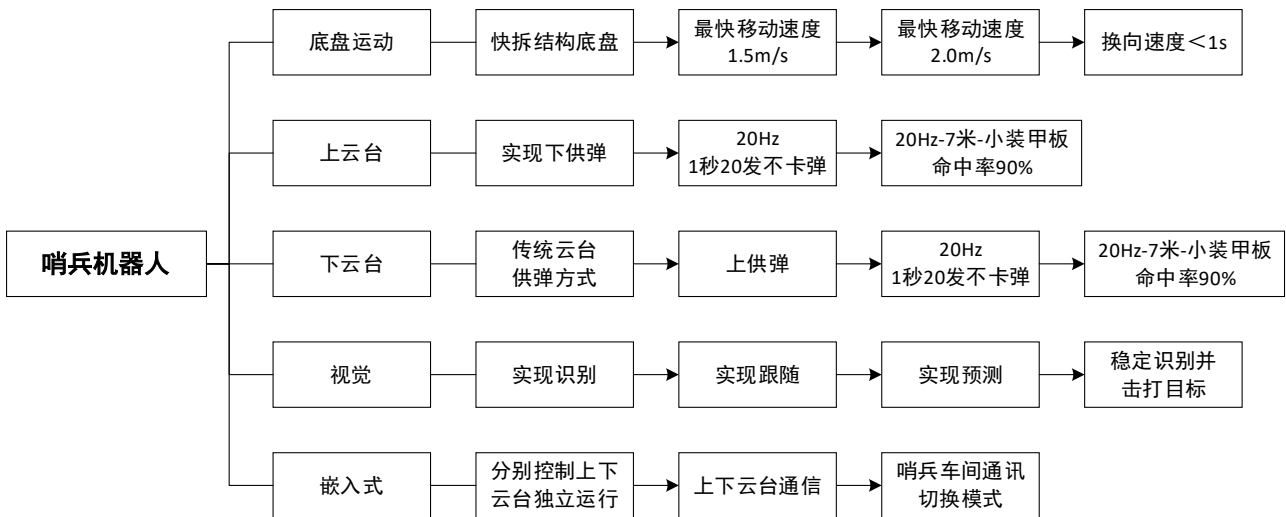


图 2-6 哨兵机器人功能迭代目标

2.3.5.5 研发进度安排

表 2-22 哨兵机器人研发进度安排表

时间点	研发进度目标	负责人
11.9-12.7	云台及发射系统迭代优化	张第
12.7-12.28	图纸审核及加工装配	张第
12.21-2.8	电控进行整车调试及完成中期考核	董佳聪

时间点	研发进度目标	负责人
2.15-3.21	迭代哨兵部分结构及加工装配	张第
2.15-3.28	调试导航与决策	郑俊杰
3.7-4.21	调换超级电容及功率控制	王一帆
3.21-4.25	电控调试哨兵迭代功能	董佳聪
3.7-4.25	视觉调试自瞄	王净彤

2.3.5.6 资源需求分析

(1) 场地需求

表 2-23 哨兵机器人场地需求

场地	需求及用途
各种角度坡度、盲道	测试哨兵机器人在各个地形的运动和越障能力，以及自我定位导航系统。尽可能的完成半场场地以供测试
前哨站	利用官方装甲板自制前哨站，测试哨兵机器人的自我定位与导航系统

(2) 公用物资需求

表 2-24 哨兵机器人公用物资需求

设备	需求及用途
3D 打印机	打印机器人结构所需的 3D 打印件
雕刻机及精雕机	进行机器人板材加工及简单铝材加工（雕铣）
装甲板	测试自瞄性能
17mm 弹丸	弹丸散布测试（与步兵、无人机协商使用）
各类必需工具、原材料	解决后续装配和维护过程中出现的问题

2.3.5.7 人力需求分析

哨兵机器人作为今年变化最大的机器人，在赛场上承担着重要的角色。需要也值得投入

较多精力进行研发。因此负责的同学在整个设计调试阶段需要有责任心，遇到问题及时解决。由于哨兵机器人的模块化设计，底盘和云台可以分开同时调试，因此可以多人同时开展任务，使效率最大化。

（1）机械组分工

需要完成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，并在后续哨兵的调试过程中完成维护的工作。对当前哨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。研发重点为下供弹/半下供弹的链路，发射、底盘可根据步兵机器人模块化研发后，进行匹配修改。

（2）嵌入式分工

硬件组：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。测试完善新版供电方案。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。不断优化下位机和上位机的传输稳定性，并寻求新的、更稳定的传输方式。

电控组：对 ROS 机器人操作系统进行学习思考，进行在 ROS 机器人操作系统下的对机器人的自我定位与导航。

（3）视觉组分工

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。同时对雷达机器人的识别进行加强与优化。

表 2-25 哨兵机器人人员分配

人员	技术组别	负责工作
郑峻杰	电控	哨兵电控部分导航研发与调试
董家聪	电控	哨兵电控部分控制器研发与调试
张第	机械	哨兵机器人机械结构的设计与装配 (重点为下供弹的设计)
王净彤	视觉	哨兵机器人车间通信代码编写与调试
朱亚峰	视觉	自瞄程序的研发与优化
余杨	视觉	哨兵机器人车间通信代码编写与调试

2.3.6 空中机器人

2.3.6.1 需求分析

无人机主体在满足结构强度要求的前提下尽可能减重，同时满足官方的检录要求，如桨保的保护要求等。

同时无人机的设计及控制要易于维护，简单轻便。在比赛过程中遇到一些突然事件如被小弹丸击中桨叶等极端情况要保证无人机的稳定，至少不当场失控炸机。

电控方面使用的是开源的飞控系统，需要一些传感器数据，在设计无人机时要考虑安装位置和稳定能力。

供弹仓可以设置在机体中央，电池在弹舱四面放置。尽可能的为云台腾出空间。

发射云台使用 Pitch 和 Yaw 两个自由度确保云台的灵活度，要尽可能的覆盖大部分场上区域，同时到达设定位置要快，准，稳。同时供弹要舒畅，避免出现卡弹的情况。同时由于云台在中置弹舱下，要考虑因为弹丸的晃动导致的云台的不稳。电控在程序方面，考虑使用串级 PID 等控制方法，使云台稳定，尤其是在射击产生晃动时

2.3.6.2 技术难点

大型的无人机的飞行运动对于机身的强度和重量分布有着苛刻的要求，机身强度低或者重心分配不均可能会导致炸机。另外程序方面的飞行控制同样是难点，如何让无人机稳定飞行，且在存在外界干扰时自动修正是一大难点。在飞行过程中，要尽可能的降低机身的晃动，为云台枪管的发射提供一个稳定的平台。

云台的稳定是电控的主要工作，飞控有着成熟的开源，但是云台的控制需要自己写，云台的控制主要是两个自由度，云台的稳定决定了发射的准度，如果云台抖动或者抗外界干扰能力差，会导致飞机的后仰以及晃动，从而导致机身的不稳。只有在发射时机身和云台尽可能的稳定，才能让视觉更好的识别对方机器人，引导枪管射击。

由于飞控的控制使用了成熟的开源，云台和机身的结合需要慎重考虑，降低耦合性。

2.3.6.3 设计思路

表 2-26 空中机器人设计思路

机构	需求分析	设计思路
云台	比赛过程中，要求无人机在短时间内能够提供很高的输出，这就要求云台射频高，弹道稳定；要求拨弹系统(包括弹链)在拨弹过程中尽量不卡弹。	采用中心供弹的拨弹盘，可以达到一条弹链通过 6020 直接供弹，减少了弹链的长度，即减少了卡弹的可能。
机架	因为可以作为侦查使用，因此无人机要满足悬停稳、续航长的需求。同时，在比赛过程中要防止下方或上方的“流弹”误伤而造成炸机的情况。	无人机采用四轴飞行器方案，应计算相应的尺寸达到不超过规则限制的尺寸。对于桨保，今年无人机有考虑采取大涵道的结构，在能够达到规则要求的同时也能够起到提高效率的效果。再者，为了满足悬停稳，不会对外界的抖动（云台发射过程中）而反应过大，牺牲无人机的灵敏度将重心调制中轴线偏下。为此采取上下双弹舱的结构，增大存弹的同时分担了弹丸，让弹丸产生的重心不会都偏上。为了满足续航的要求，仍延续上赛季的六块电池。

2.3.6.4 功能迭代目标

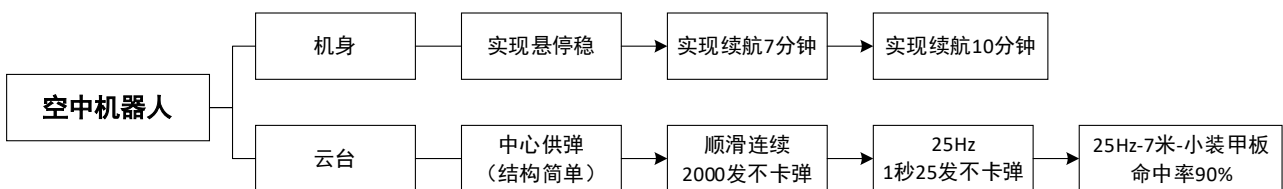


图 2-7 空中机器人功能迭代目标

2.3.6.5 研发进度安排

表 2-27 空中机器人研发进度安排表

时间点	研发进度目标	负责人
11.23-1.4	设计无人机整体结构, 图纸审核及加工装配	李昊泽
1.4-2.8	电控进行整车调试及完成中期考核	王京
2.15-3.7	调试无人机自瞄	王净彤
2.15-3.21	迭代第二代无人机及加工装配	邓佳源
3.21-4.25	电控调试二代无人机	王京

2.3.6.6 资源需求分析

(3) 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, 计划在明理楼 C 区进行室外训练。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, 计划在实验室场地进行。

自瞄发射和弹道测试场地

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 7m、9m、12m 等位置, 安装检测装置能够检测出每次弹丸击打的位置, 测试无人机在不同射击距离下的弹道散布。

(4) 公用物资需求

表 2-28 空中机器人公用物资需求

设备	需求及用途
3D 打印机	打印机器人结构所需的 3D 打印件

设备	需求及用途
雕刻机及精雕机	进行机器人板材加工及简单铝材加工（雕铣）
装甲板	测试自瞄性能
17mm 弹丸	弹丸散布测试（与步兵、哨兵协商使用）
各类必需工具、原材料	解决后续装配和维护过程中出现的问题 (已按车组进行机械工具的划分)

2.3.6.7 人力需求分析

无人机有其特殊性，需要有过组装和飞行多轴飞行器经验的同学来担任飞手，同时在调试过程中格外注意安全。

(1) 机械组分工

需要完成无人机的空气动力学建模分析与设计，完成零件的加工和车体装配，并在后续无人机的调试过程中完成维护的工作。对当前无人机进行性能测试、记录和分析，为下一步迭代提出方案，进行测试并优化。

(2) 嵌入式分工

硬件组：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 做好提前规划后期机器人进行走线。

嵌入式软件方面：编写无人机飞控部分代码，保证无人机飞行的稳定性与安全性。

(3) 视觉组分工

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。

表 2-29 空中机器人人员分配

人员	技术组别	负责工作
王京	电控	无人机飞控部分代码的编写与调试
李昊泽	机械	无人机机械部分的设计与装配
王净彤	视觉	无人机自瞄部分的代码编写与调试

2.3.7 飞镖系统

2.3.7.1 需求分析

本赛季飞镖系统规则较于上赛季而言主要改动为对基地打击判定和击中造成的收益变化上。首先对打击基地由以前的飞镖识别板变为大装甲板难度有所降低使打击基地选项更有实战意义，另一方面打击基地还增加了打随机靶选项，大装甲板会在飞镖闸门打开前移动到一定范围内随机位置，打随机靶需要飞镖系统具有自我调整能力，研发这项技术收益与风险并存。在击中反馈方面增加了收益鼓励飞镖系统的研发，飞镖系统也有能力对敌方造成伤害以及给予己方大量经验加成。

总的来说本赛季增强的飞镖的场上地位及重要性，通过飞镖难度与收益变得更为线性，可以根据己方飞镖性能选择不同难度获得相应收益，需求进一步增强飞镖的精准度和稳定性让飞镖成为可以稳定依靠的作战力量，而为应对最高难度的随机靶也要给飞镖增加自动调整能力。

2.3.7.2 技术难点

机械方面通过 的方式获得更精准的初速，还要有优秀的结构设计来增加发射架刚度保证每次发射角度一致，以及应对随机靶的自动调整机构设计，视觉与电控方面实现识别随机靶的位置别并控制飞镖系统进行相应的准确调整。

2.3.7.3 设计思路

表 2-30 飞镖系统设计思路

机构	需求分析	设计思路
镖体	静稳定性高，耐撞可以承受高强度测试且能保证效果稳定不变	镖体采用 tpu 柔性材质打印，翼片用碳纤维
发射架	发射架需要良好的刚度能保证每次发射瞬间的飞镖位置方向关系变化范围可接受，还能把飞镖发射初速控制恒定，同时有打击前哨站和基地的能力，有自动适应随机靶的能力。	由摩擦轮发射机构改为拉簧弹射放置飞镖的滑座方案来保证初速稳定，拉簧预紧通过丝杆控制来适应打击前哨站和基地两种初速要求，通过视觉识别控制镖架平移机构来适应随机靶的打击要求。

2.3.7.4 功能迭代目标

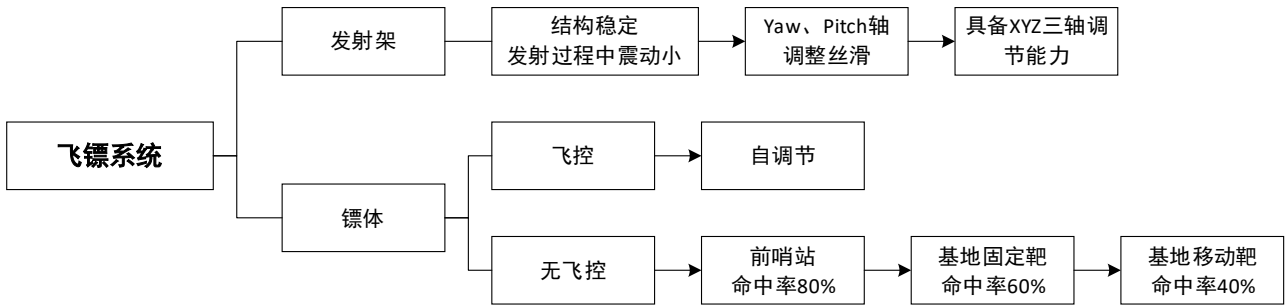


图 2-8 飞镖系统功能迭代目标

2.3.7.5 研发进度安排

表 2-31 飞镖系统研发进度安排表

时间点	研发进度目标	负责人
11.9-11.23	弹射机构迭代优化	唐訢壹
11.23-1.4	图纸审核及加工装配	唐訢壹
12.21-2.8	电控进行整车调试及完成中期考核	吴承宇
2.15-3.21	迭代飞镖发射架及镖体	唐訢壹
3.14-3.21	飞镖自瞄部署与调试	王净彤
3.21-4.18	联合视觉机械调试飞镖	吴承宇

2.3.7.6 资源需求分析

表 2-32 飞镖系统场地需求

场地	需求及用途
30m*8m 测试场地	满足飞镖最大射程，周围无易碎物品
前哨站	测试飞镖的击打
基地	测试飞镖的击打

(2) 公用物资需求

表 2-33 飞镖系统公用物资需求

设备	需求及用途
3D 打印机	打印机器人结构所需的 3D 打印件
雕刻机及精雕机	进行机器人板材加工及简单铝材加工（雕铣）
各类必需工具、原材料	解决后续装配和维护过程中出现的问题 (已按车组进行机械工具的划分)

2.3.7.7 人力需求分析

机械组成员进行设计研发，装配调试，分析修偏，同时需要全飞镖组成员协助进行飞镖发射架的装配，测试，移动，以及其他方向的控制任务，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。

(1) 机械组分工

需要完成飞镖机器人发射架的结构分析和设计与飞镖体的空气动力学建模分析与设计，完成零件的加工和车体装配，并在后续飞镖的调试过程中完成维护的工作。对当前飞奔发射架与镖体进行性能测试、记录和分析，为下一步迭代提出方案，进行测试并优化。

(2) 嵌入式分工

硬件组：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 做好提前规划后期机器人进行走线。

电控组：编写发射架调整姿态的控制代码以及发射部分的代码，同时进行制导系统的理论学习与建模，并实现可控制导飞镖的控制器设计。

(3) 视觉组分工

辅助电控编写可控制导飞镖对前哨站与基地的引导灯的识别部分的代码编写调试与优化。

表 2-34 飞镖系统人员分配

人员	技术组别	负责工作
唐訢壹	机械	飞镖机器人镖体与发射架机械部分的设计与装配

人员	技术组别	负责工作
吴承宇	电控	飞镖架的电控部分代码编写与调试
朱研	电控	可控镖体部分电控代码的编写与调试
王净彤	视觉	飞镖自瞄代码的编写与调试

2.3.8 雷达

2.3.8.1 需求分析

本赛季相较于上赛季，最大的规则改动便是雷达高亮易伤机制的变化。因此对于雷达系统的设计将极大的影响整个战场上的局势，在将对方置于易伤状态，变相等于我方机器人获得了能量机关 buff 加持。同时雷达作为一个辅助兵种，对于战场的信息采集也有巨大的作用。

同时，雷达可以作为哨兵机器人的辅助车组。若要哨兵发挥最大的用处，雷达与哨兵的协同是必不可少的。对于此次的哨兵，雷达必然要能采集全场各种有用的信息，最为重要的便为敌方机器人的位置。雷达通过知晓敌方机器人的位置信息以及从裁判系统中读取的敌方机器人血量信息，来指挥哨兵的行为，比如进行前哨站的防卫，追击敌方落单残血地面单位等等。在本方的前哨站被攻破后，引导哨兵回到巡逻区，并且保证哨兵在巡逻区时不出界。

除了辅助哨兵以外雷达还有以下作用：

采集全场的信息，例如能量机关是否开启，矿石的下落个数，敌方位置这些信息将被收集，处理后一并被传输到操作手的操作界面。

辅佐英雄的吊射：搜集吊射点周围的信息，判断是否适合英雄进行吊射。对于吊射目标点和英雄的吊射位置，进行一定的距离计算，反馈给英雄操作手。

辅助和调整飞镖的发射。

2.3.8.2 技术难点

在多目标多干扰的情况下，须对多种不同目标进行准确的识别。同时需要保持高度实时的通信，与裁判系统进行信息配对，同时将识别到的信息及时的回传给己方队伍。

2.3.8.3 设计思路

表 2-35 雷达系统设计思路

功能	需求分析	设计思路
辅助哨兵	通过已经取得的敌方位置，血量等信息，来进行分析判断，对哨兵的行为进行指导作用。	将敌方在一段时间内的坐标放入行为预测的神经网络进行计算和通过自己写的逻辑进行行为预测，将这两者的运算结果进行综合的分析，得到敌方行为。在得到敌方行为之后，通过比赛场上的相关信息，比如前哨站是否被击破，队友位置，来进行计算生成和发送命令给哨兵。通过哨兵坐标点与哨兵的 slam 的配合，对哨兵进行导航。
辅助吊射和飞镖	取得基地和前哨站的飞镖打击点姿态，将这些信息和我方英雄飞镖位置信息结合计算弹道或者距离信息反馈给英雄和飞镖。	进行装甲板识别来进行坐标点的解算，将多组目标点和己方的相关坐标点，以及弹速，飞镖重量等变量放入相关的弹道神经网络进行计算，以便到达较好指导的效果。
判断敌方单位的位置	判断敌方在地图上的位置并与裁判系统进行配对，使敌方处于易伤状态。	进行装甲板识别，配合深度相机，通过装甲板的姿态解算出来的坐标来进行标记。

2.3.8.4 功能迭代目标

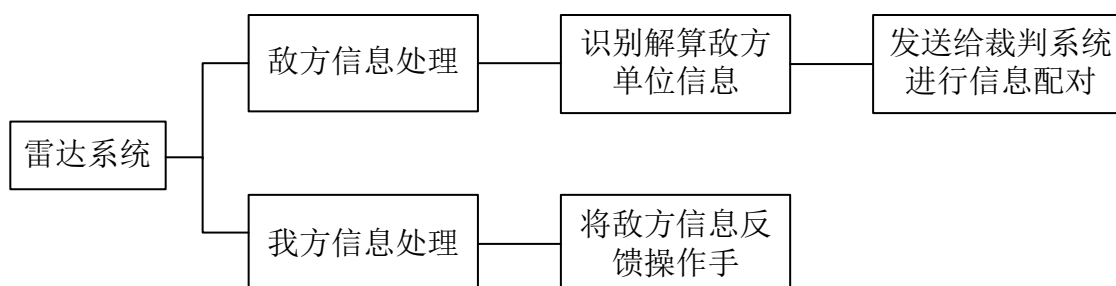


图 2-9 雷达系统功能迭代目标

2.3.8.5 研发进度安排

表 2-36 雷达系统研发进度安排表

时间点	研发进度目标	负责人
11.9-1.4	确认雷达方案，搭建基础模型测试	曾宪霖
1.4-2.8	代码编写及实机测试	曾宪霖
2.15-3.14	完成车间通信	王净彤
3.14-4.18	实际部署与测试优化	曾宪霖

2.3.8.6 资源需求分析

(1) 场地需求

表 2-37 雷达系统场地需求

场地	需求及用途
对抗赛模拟场地	测试雷达站定位和识别效果

(2) 公用物资需求

表 2-38 雷达系统公用物资需求

设备	需求及用途
Livox 激光雷达	机器人定位测距
4K 相机	用于全场定位识别
电源管理模块和主控模块	通过检录需求，测试车间通讯

2.3.8.7 人力需求分析

(1) 视觉组分工

实现雷达功能，包括识别和定位，预警，通讯，UI，飞镖识别等。

(2) 机械组分工

搭建传感器支架。

表 2-39 雷达系统人员分配

人员	技术组别	负责工作
王净彤	视觉	雷达机器人车间通信部分的代码编写与调试
余杨	视觉	雷达机器人对双方机器人进行识别的代码编写与优化
曾宪霖	视觉	雷达机器人对双方机器人进行识别的代码编写与优化

2.3.9 人机交互

2.3.9.1 客户端界面 UI

表 2-40 客户端界面 UI 设计思路

功能	需求分析	设计思路
电容能量条	操作手需要能够了解电容能量状态，帮助主动决策调整功率方案。	电容能量条根据当前实时反馈回来的电容电压进行计算，将电容的能量(单位: J)以能量条的形式显现出来，当能量减少的时候，能量条会相应的减少，并且会通过颜色变化提示操作手当前操作策略。
辅助瞄准线	辅助操作手进行瞄准射击，提高命中率。	结合地形、位置及功能需求设计瞄准线位置，如当与敌方机器人保持一定距离时，若将敌方机器人装甲板框在两条横线之间，在弹道射速稳定的情况下，可以直接命中装甲板。
视觉反馈显示	使操作手清楚地知道当前视觉模式；为视觉在场间的临时调整提供指导。	由于视觉模式是否开启或当前处于视觉的哪一个控制逻辑中无法直观显示，所以将信息绘制到客户端界面边缘，不影响操作手视野；在场下调试时，可以向视觉报告识别信息，如锁定装甲板 ID、是否识别到灯条等。

功能	需求分析	设计思路
功率板错误码	由于功率板运行过程中，有概率会出现错误，需要操作手及时知晓并改变操作策略。	客户端视野中醒目提醒当前错误码，使操作手及时改变决策。
姿态展示界面	因为机器人的多元化，需要第一视角操作手能够知道机器人重要部位姿态	通过姿态传感器，回传关于轮腿平衡步兵的相关腿部姿态，与工程机器人机械臂相关姿态位置数据，然后通过UI进行绘制相关姿态数据，便于操作手可以直接在电脑上实时观测到机器人的姿态

2.3.9.2 自定义遥控器

由于工程机器人需要使用机械臂结构，在这种情况下键鼠的可操作性降低，而自定义控制器则有希望做到快速、高效、稳定地对工程机械臂进行控制，可以提高取矿或兑换时的效率。

表 2-41 自定义遥控器设计思路

功能	需求分析	设计思路
稳定通讯	通过学生串口实现和遥控器相同的控制稳定性。	测试客户端串口通讯可行性，服务器广播稳定性，机器人串口控制的稳定性。
人机交互	机械臂控制状态回传，实现力控反馈。	测试机器人串口向客户端通讯，进而向控制器通讯传递控制效果。
控制机械臂平移和运动	不再采取单键盘鼠标控制，采用键鼠控制平移+自定义遥控器联合控制	直接解算陀螺仪，使用各自由度增量作为控制量输入或者采用孪生缩比机械臂模型

2.4 技术储备规划

2.4.1 通用技术储备

2.4.1.1 机械组

模块化快拆设计

提高效率：模块化设计使得机械对机器人的组装和拆卸更加简单、快速。通过使用标准化的接口和连接方式，可以大大减少组装和拆卸的时间，提高工作效率。

降低成本：模块化设计可以降低机器人的制造和试错成本。通过将不同的模块组合在一起，可以方便地实现不同功能和用途的车组，从而降低制造成本。

方便维修：模块化设计使得机器人的维修更加方便。当某个模块出现故障时，可以方便地更换故障模块，而不需要对整个机器人进行维修，从而节省时间和成本。

提高可靠性：模块化设计可以提高机器人的可靠性。每个模块都能够单独经过严格的质量控制和测试的，可以保证其质量和性能的稳定。

方便升级：模块化设计使得机器人的升级更加方便。当需要增加或更新功能时，只需要更换相应的模块，而不需要对整个机器人进行升级，从而节省成本和时间。

提高设计灵活性：模块化设计可以使得机械设计更加灵活。通过使用不同的模块组合，可以实现不同功能和用途的机器人，满足不同的需求。同时也可以建立机械组标准库，避免重复设计浪费时间成本。

减重设计

提高性能：在等功率情况下，减轻机械部件的重量可以提高机器人性能，如提高其速度、精度和灵敏度等。

降低惯量：机器人部分机构的重量减轻后（如云台部分），可以减少其转动惯量，提高响应速度。

降低成本：减轻机械部件的重量可以减少其材料和制造成本，同时也可以降低运输和存储的成本。

2.4.1.2 电控组

通用代码框架

提高开发效率：使用通用代码框架可以节省电控同学的时间和精力，因为框架已经提供了许多常见的功能和实现方式（如常用 PID 库、基本底层硬件配置、常用运动学解算代码函数等）。这样可以让电控同学专注于编写应用程序的核心逻辑，而不必从零开始构建整个系统。

统一代码风格和质量：通用代码框架通常具有一致的代码风格和质量标准，这有助于提高代码的可读性和可维护性。使用框架也可以帮助电控组队员遵循最佳实践，减少代码的质量问题。

提高团队协作：使用通用代码框架可以促进战队成员之间的协作和沟通。由于框架提供了共同的开发基础，不同兵种电控可以更容易地理解和接手彼此的代码，从而提高战队的效率。

灵活性和可扩展性：通用代码框架具有灵活性和可扩展性，可以轻松地适应各种应用程序需求。框架可以提供核心功能，同时允许电控组队员在框架的基础上进行不同兵种独立的功能定制和扩展，以满足特定的比赛需求。

提高可重用性：通用代码框架可以提供可重用的组件和模块，这些组件和模块可以在不同的应用程序中进行复用。这样可以避免重复造轮子，提高开发效率和质量。

2.4.1.3 视觉组

预研神经网络进行目标识别与预测

高度非线性映射能力：神经网络可以适应复杂、非线性的输入输出关系，这使得它们在处理赛场上的复杂的模式识别和预测问题时非常有效。

强大的自学习功能：神经网络可以通过学习样本数据，自动提取有用的特征，这大大简化了特征工程的过程。

强大的泛化能力：神经网络能够在训练后自动适应新的、未见过的数据，这使得它们在预测未来趋势和行为时非常有用。

能够处理大量复杂的数据：在处理赛场上复杂且大量的视觉画面时非常有效。

能够处理不完整和噪声数据：神经网络具有鲁棒性，能够处理包含噪声和缺失值的数据。

2.4.1.4 硬件组

超级电容的二次研发（采用 BUCK-BOOST 代替 BUCK）

高效能量转换：BUCK-BOOST 电路可以在输入电压低于、等于或高于输出电压的情况下都能实现能量的传递，使得能量转换更加高效。

稳定性好：BUCK-BOOST 电路的电压转换效率高，且输出电压稳定，能够为负载提供更加稳定、可靠的电源。

适用性强：BUCK-BOOST 电路可以适用于不同类型和容量的超级电容，可以根据实际需求进行定制化设计，适用性更强。

研发新版 H7 主控与分线板

简化电路设计：通过在主控板上的设计，降低外部期间的使用耦合性（如 A1 关节电机外用 RS485 模块），可以简化电路设计，提高系统的可靠性和稳定性。

降低成本：主控板和分线板可以根据需求进行定制化设计，降低成本和价格。

易于扩展和升级：主控板升级为 H7 主控板，使得主控板性能极大提高，对于高复杂度计算的适配性更高，可以满足不同应用场景的需求。

方便调试和维护：主控板和分线板的设计可以使调试和维护更加方便快捷，提高工作效率。

促进创新：主控板和分线板的再次设计可以促进硬件设计的创新，为不同应用场景提供更多可能性。

2.4.2 特定兵种技术储备

2.4.2.1 平衡步兵机器人

控制系统的二次研发（MPC 控制代替 LQR）

模型鲁棒性：MPC 相比 LQR 而言，对于物理模型的准确性要求不高，这使得可以在机器人整体调试过程中，可以不像 LQR 般重视一些物理参数（如机器人腿部质心高度、转动惯量等）。

适用于多约束控制问题：MPC 控制器利用模型进行预测和优化，可以在满足约束条件的前提下（如最大功率限制、最大俯仰角限制等），更好地平衡稳定性和控制性能。而 LQR 主

要基于线性动态系统和二次型性能指标进行优化，对于多约束复杂控制问题可能无法提供最优解。

2.4.2.2 工程机器人

研发 SLURBT 类六旋转关节机械臂

适用范围更广：SLURBT 类机械臂可以在任意方向旋转，因此可以适应各种角度下的取、兑矿操作。XYZPYR 类机械臂只能在三个平移方向和三个旋转方向移动，因此对工作空间的要求更高，且一些矿石末端的角度很难达到。

灵活性更高：SLURBT 类机械臂的每个关节都是旋转关节，因此可以实现更大的运动范围和更高的灵活性。XYZPYR 类机械臂的三个滑台限制了机械臂的长度和角度，因此不能实现一些快速的变换和调整。

精度更准确：SLURBT 类机械臂的旋转关节可以实现更高的精度和重复性，因为它们不受滑台的摩擦和磨损的影响。XYZPYR 类机械臂的滑台需要定期维护和校准，否则会影响机械臂的精度和稳定性。

3. 团队架构

3.1 团队职责职能定位

表 3-1 队职责职能定位

职位	分类	角色	职责职能描述
指导老师			<ol style="list-style-type: none"> 1、对战队发展方向提出指导性意见； 2、提供比赛资金、技术、报销、场地以及外联支持。
顾问			<ol style="list-style-type: none"> 1、提供技术经验支持、活动举办支持、运营经验传授； 2、进行迭代，整理技术和运营管理上存在的漏洞。
正式队员	管理层	队长	<ol style="list-style-type: none"> 1、队伍整体方向的把控，如分析局势，确定当赛季成绩预期、技术方向、运营目标等； 2、任务划分及评估，如明确各组职责、工作安排并对每个节点各组的工作进行评估，及时调整方向和策略； 3、对接组委会，如执行组委会的需求或向组委会提需求。 4、对接学校资源，如跟学院、学校、指导老师建立并维护关系、以此解决队伍资源问题。
		副队长	<ol style="list-style-type: none"> 1、队伍整体方向的把控，如分析局势，确定当赛季成绩预期、技术方向、运营目标等； 2、任务划分及评估，如明确各组职责、工作安排并对每个节点各组的工作进行评估，及时调整方向和策略； 3、对接组委会，如执行组委会的需求或向组委会提需求。
		项目管理	<ol style="list-style-type: none"> 1、项目进度把控，如按照与队长共同制定的各组的任务和完成节点，对每项任务的完成度进行监督把控，及时与队长汇报并分析风险； 2、协调各组工作，如对各组工作间的配合、矛盾进行协调，搜集各组反馈意见并进行处理；

职位	分类	角色	职责职能描述
			3、团队运营，如定时安排活动，活跃队内气氛，建立队伍资料库； 4、梳理和修订队内流程。
技术执行	机械	组长	1、管理机械组重要物资； 2、把控机械各个车组的研发方向及设计； 3、培养新人并带领部分组员攻克技术难题； 4、负责整理收集测试数据，并指出其功能指标。
		组员	1、负责各车组的机械结构方案的设计及出图； 2、负责各车组的机械零件的采购、加工及装配； 3、负责所属车组的结构测试及维修。
	电控	组长	1、管理嵌入式重要物资； 2、把控嵌入式的研发方向； 3、培养新人并带领部分组员攻克技术难题； 4、负责整理收集测试数据，并指出其功能指标。
		组员	1、负责各车组程序的调试； 2、负责车组模块化的程序的编写； 3、负责更新各个车组的程序流程图。
	视觉算法	组长	1、管理视觉组重要物资； 2、把控视觉组的研发方向； 3、培养新人并带领部分组员攻克技术难题； 4、负责整理收集测试数据，并指出其功能指标。
		组员	1、负责各种类算法的测试及编写； 2、负责自瞄、击打能力机关等视觉功能实现； 3、配合组长进行培养新人。

职位	分类	角色	职责职能描述
	运营执行	宣传	<p>1、策划 RoboMaster 宣传方案。通过各种活动，扩大比赛在校内的知名度，吸引更多的技术优秀的同学参加比赛；</p> <p>2、运营团队公众号。包括微信、微博、QQ 等公众号平台，提升比赛及团队在校内的知名度，同时也提升学校对机器人相关信息的了解；</p> <p>3、辅助项管安排队内活动。帮助项管策划队内的各种活动、活跃气氛、构建团队文化，提高团队默契度。</p>
		招商	<p>1、寻找赞助商并进行合作洽谈；</p> <p>2、撰写队伍招商手册、制作招商单页、招商 PPT 及视频。</p>
		物资	<p>1、需要管理队内各种物资的使用、包括工具借用、设备借用及使用、耗材存储及发放，物资回收及损坏记录；</p> <p>2、物资采购。成本预算把控、制定预算方案、控制项目成本，审核并决定供应商等。</p>
		财务	<p>1、队伍日常财务报销、整理物资采购表、制作购买清单；</p> <p>2、协助队长进行合同流程和报销流程；</p> <p>3、财务预算及整理规划。</p>
梯队队员		机械	<p>1、会使用 SW 进行三维机械设计；</p> <p>2、会导出 DXF 二维格式，并简单使用雕刻机；</p> <p>3、协助机械组组员进行装配、场地搭建等实践操作的任务。</p>
		电控	<p>1、学习 C51、STM32 的相关知识；</p> <p>2、负责各车组的布线。</p>
		视觉算法	<p>1、负责学习 OpenCV、Linux 操作系统。</p>
		运营	<p>1、负责学习 PS、PR、摄像技术等方面的知识；</p> <p>2、学会对接下设社团相关事宜。</p>

3.2 团队管理体系

铁人战队由技术组、运营组、顾问、梯队四部分构成，5 位顾问、26 名正式参赛队员、阶梯队员 18 名，具体人员名单及框架如表 3-2 示。

表 3-2 人员名单及框架

分类	组别	组长	组员
技术组	机械组 7 人	邓佳源	赖董瀚
			李昊泽
			王文杰
			吴家亮
			张第
			唐訢壹
	嵌入式 10 人	曾宪霖	吴承宇
			唐阳
			楼朝阳
			董家聪
			梁宏坤
			王京
			郑俊杰
			朱研
	视觉组 4 人	王净彤	余杨
			朱亚枫
			曾宪霖
超级电容		王一帆	

分类	组别	组长	组员
运营组	项管		唐阳
	财务		薛青松
	物资		杜何森
	宣传		陈柏菲
			易鑫
顾问	机械：朱蕾、宋依龙		
	嵌入式：周亭杉、邓琴		
	视觉：张子祺		
梯队	机械： 陈志鹏、赵涛、刘竞显、王福泽、谭雨雯、杨襁铭		
	嵌入式：邱子轩、赵贾昊、兰洋、杨芊昀、李朝阳、刘坤 等等		

3.3 团队职务组别级联关系

铁人战队管理框架结构简单明了且层次清晰。管理层中队长主要负责技术把控，进行辅助管理；项目管理对战队进行主要管理工作。战队下设四个组别，每个组别均设有组长一名，其中机械、嵌入式、视觉均为技术组，其组长由具有专业知识基础牢固，有一定管理经验且具有创新能力的同学担任。队内宣传经理、招商经理、财务经理、物资管理均隶属于运营组，由项目管理负责管理运营组，如图 3-1 所示。

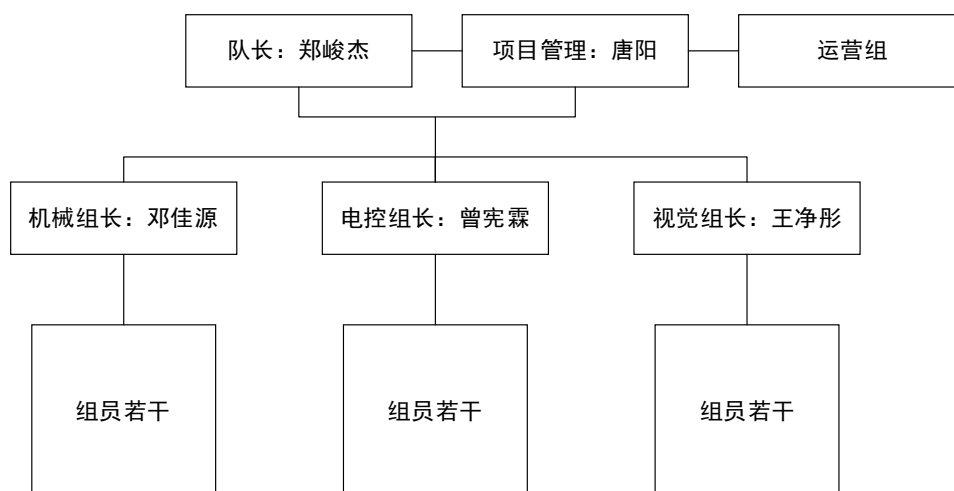


图 3-1 战队管理体系框架

3.4 团队车组分组详情



图 3-2 战队车组分组框图

如图 3-2，为铁人战队 24 赛季车组分组情况，在基础的管理架构体系下，结合战队在本赛季面对老队员缺失、新队员经验不足的情况下，实行车组分组制度。每个车组都有来自机械、嵌入式的技术组同学负责，且设有一名车组负责人进行进度把控和设计方向的确定。

实现车组分组的制度有以下三点好处：

- (1) 将车组精确到人，在出现问题或需要维修情况下，方便迅速对接到人解决问题；
- (2) 该车组组所有成员共同参与到实际测试中，观察其功能指标，与预期的项目指标进

行对比，进行后期的设计修改和调试，并有宣传运营组同学进行拍摄记录，方便后期留存记录资料；

(3) 每个车组组都有至少一位经验较为丰富的队员，一方面把控发展方向，一方面带领新队员接触该车组的专业知识，保证其最快的了解该车组的机械机构、嵌入式知识及视觉调试目标等性能。

3.5 团队欠缺岗位详情

由于战队隶属于电气信息学院，故在本赛季中，嵌入式软件方向的同学人数远远超过其他技术组；由于专业性强、难度大造成视觉组为团队最欠缺岗位。拟解决流程如下图所示，通过 1-3 年解决视觉组人员不够、技术能力不足的情况。

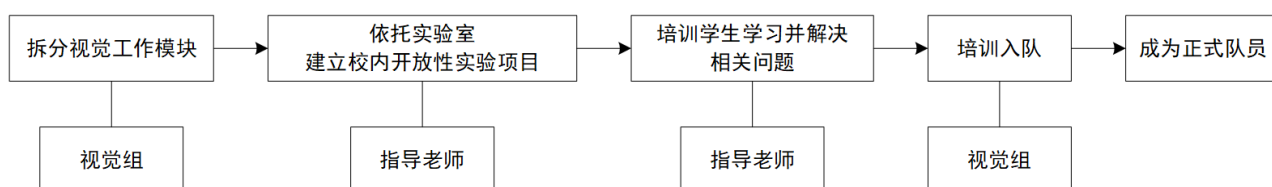


图 3-3 拟解决欠缺岗位流程

3.6 团队招募计划

3.6.1 招募队员方向及要求

铁人战队内部队员来自学校各个专业及学院，其中机械组主要来自于机电工程学院和电气信息学院；嵌入式主要来自电气信息学院；视觉组主要来自于计算机学院和电气信息学院；运营组来自于学校各个专业。且战队队员面向西南石油大学全体在校学生，要求同学们热爱 RoboMaster 机甲大师赛，尊重 RoboMaster 及战队文化、具备团队合作和坚持不懈的精神、在专业领域内能力达到战队要求。

铁人战队实验室队员招募方向及要求如下所示：

表 3-3 队员招募方向及要求

组别	招募方向/要求	发展期望	预期招收人数
机械组	1、动手实践能力较强；	1、能够掌握机械原理、机械设计原理等基础知识；	9-10 人

组别	招募方向/要求	发展期望	预期招收人数
	<p>2、对机械结构感兴趣，且创新能力较强；</p> <p>3、具有良好的沟通能力；</p> <p>4、做事整洁、注重细节、干活精细且热爱团队，注重团队协作。</p>	<p>2、能够使用 SolidWorks、CAD 机械制图软件；</p> <p>3、熟练使用机加工设备，如：精雕机、雕刻机、铣床、激光雕刻机、台钻等。</p>	
嵌入式 (软件方向)	<p>1、对电子类、计算机及 C 语言编程有一定兴趣；</p> <p>2、逻辑思维能力较强，且做事有条不紊，认真负责，敢于钻研。</p>	<p>1、熟练掌握 C 语言的基础编程及语法；</p> <p>2、具有 STM32 的基础知识；</p> <p>3、熟练使用 Keil，如：使用 Debug 功能等。</p>	5-9 人
嵌入式 (硬件方向)	<p>1、对电路设计或模数电系统感兴趣；</p> <p>2、热爱自行设计电子电路；</p> <p>3、做事认真、细心且能够耐心解决问题。</p>	<p>1、能够掌握电路分析、模数电的基础知识；</p> <p>2、熟练使用 AltiumDesigner PCB 设计软件；</p> <p>3、能够熟练焊接电路板及贴片类电子元件。</p>	2-3 人
视觉组	<p>1、对视觉感兴趣，善于编程；</p> <p>2、数学逻辑思维敏感；</p> <p>3、对神经网络感兴趣；</p> <p>4、做事认真负责，且有大局观念，自制能力强。</p>	<p>1、熟练 C++ 基础编程及语法；</p> <p>2、了解 OpenCV、机器视觉的知识；</p> <p>3、学习及掌握两种以上视觉算法，如：SVM 算法等。</p>	3-8 人
运营组	<p>1、有良好的文案编辑能力，且对运营自媒体平台有些浓厚兴趣；</p> <p>2、善于策划活动，了解活动流程，有较强的语言沟通能力；</p>	<p>1、掌握一定的图像及视频处理软件，如：PS、PR；</p> <p>2、熟练掌握 OFFICE 办公软件；</p>	2-3 人

组别	招募方向/要求	发展期望	预期招收人数
	3、喜欢摄影或拍摄，愿意记录生活； 4、为人开朗、吃苦耐劳、善良友好且具备一定管理能力。	3、具备一定的财务管理能力； 4、有良好的沟通能力，且对外有着良好的礼仪规范。	

3.6.2 招新渠道及现状

3.6.2.1 招新现状分析

团队招募计划的制定对于整个团队的成长与传承来说有至关重要的作用，目前在收到简历 130 份，初筛通过 71 位，最终入队的梯队队员 30 位同学（电控 16 位、机械 6 位、视觉 4 位、硬件 4 位），正式队员人数 31 名，原计划招募 30 名正式队员，与实际基本没有差距，梯队无确定计划名额（如果优秀可全部入队）。目前招募的同学整体能力均不错，有个别基础较薄弱，但态度积极，在培养阶段内，预计进行能力提升。

3.6.2.2 招新渠道分析

实验室主要面对大一进行梯队招新，根据比赛正式队员岗位缺少的部分再面向大二招新，每年主要招新两次，上半学期一次下半学期一次。偏向于招新：态度积极，有一定基础，愿意吃苦，能坚持的下去，不会半途而废的成员。梯队考核方式为电控组和视觉组主要是先笔试后面试，硬件组与机械组则是长期小课题进行考察；梯队转正：小课题长期观察；正式队员考核标准：面试+RM 比赛前另一项目的实际能力展示以及团队磨合情况。

招新手段主要是公开招新与社团活动招新。公开招新较于社团活动招新，招到的同学基础与兴趣更高更好，但是活动流传度弱于社团活动招新。主要招新渠道包括：晚自习进班宣讲、新生年级辅导员新生群转发微信推文进行宣传、下属社团招新进行宣传。

宣传渠道中，晚自习进班宣讲的效果是最好的，无论是同学们专业基础还是对比赛的兴趣都是最高，其次是社团招新进行宣传，最后是辅导员转发进行宣传。究其原因，前两种情况，都是线下进行，可以展示自我机器人实物，发挥 RM 机器人优势，可以充分吸引同学们的眼光，提起同学们的兴趣，两者之间，前者又可以利用班上的多媒体设备进行 RM 官方和战队的 b 站宣传片进行辅佐，将宣传氛围更上一层楼，同时，前者面向的对象是单个班级，较后者而言，面向对象更少，更能点对点的进行宣传，后者对象广泛，但专业基础没有晚自习

进班宣讲有针对性。

3.7 梯队培训计划

在机器人竞赛团队中，新人的培训是一个系统性、有针对性的过程，旨在帮助新人快速融入团队、掌握所需技能，并为团队的成功做出贡献。为了便于新同学快速入门，战队采取了集中培训模式看。但同时，因为每位同学的学习能力和自身情况不同，我们因材施教，同时采用了自由培训模式，让他们自己在任务驱动下，自我学习掌握技能。

3.7.1.1 集中培训模式

本赛季，对实验室新进成员即梯队队员采取一对一老带新模式，同时以两周为一次时间节点，对梯队队员展开一次统一的线下讲解培训。由实验室安排对应组别的老队员，去对特定的技术点进行讲解，安排接下来两周的学习任务，同时也针对上两周的任务完成情况进行总结，对梯队成员出现的问题进行答疑解惑。在非进度检查节点，由对应梯队成员负责人随时跟进梯队成员学习进度，保证不落下任何一位梯队队员。

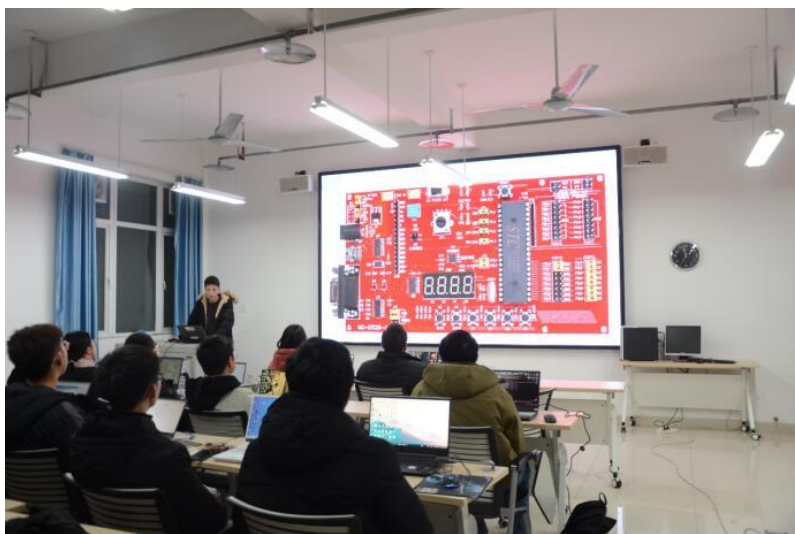


图 3-4 铁人战队梯队培训

3.7.1.2 自由培训模式

对于学习进度较快、技术能力较强的梯队同学，实验室将会安排比赛项目（蓝桥杯、中国工程机器人比赛、省机器人比赛等）交予他们进行实践练习，既能促进他们学习，也能让他们感受到比赛的氛围，增加比赛的经验后续更好的上手 RoboMaster 比赛中来。

电控组：对梯队队员进行 C 语言基础、51 单片机与蓝桥杯的培训，为后续对 STM32 的相关学习打好基础。再后续梯队成员进行学习 C 板教程，上手调试 3508、6020 等 RM 配件。

于4月中旬开始跟随老队员进行整车学习调试。

视觉组：进行对梯队队员 OpenCV 库与神经网络基础的培训，准备对识别代码的学习培训的学习，同时进行学习 rm 视觉部分代码。

机械组：进行对梯队队员 SW 和 CAD 的培训，开始了对机械原理与机械设计等的理论学习培训，预计在12月中旬完成相应部分的学习。然后为省机器人与中国工程机器人的比赛做准备。大概明年5月将进行学习 RM2023 赛季图纸和其他学校开源的学习。

3.7.1.3 晋升流程

铁人战队分为梯队、正式成员、顾问三个梯队，各梯队人员要求及负责事项如下：

(1) 梯队：通过进队考核与面试后的梯队成员，且具有一定的专业知识与技能，可以逐步上手设计、调试机器人，且运用所学知识利用实验室的平台进行除 RoboMaster 机甲大师赛和智能车比赛外的其他比赛进行能力锻炼，以及参与备赛过程积累经验；备赛过程中表现优异者，可以晋升正式队员。

(2) 正式成员：对当前赛季有着极高的参与度，且能够发挥重大作用或有着重大贡献的预备成员，主要负责 RoboMaster 机甲大师赛，以及培养下一批队员；

(3) 顾问：参与过 RoboMaster 机甲大师赛，并留在队内进行技术难题的解答；

铁人战队晋升流程如下图所示：

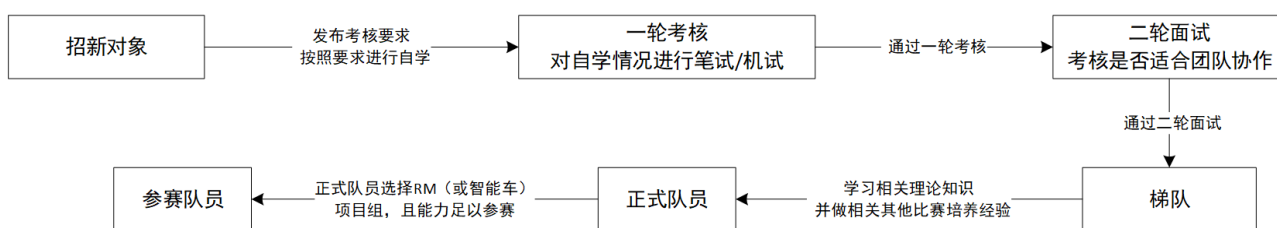


图 3-5 铁人战队晋升流程

4. 资源可行性分析

4.1 往届赛季资源使用分析

4.1.1 物资使用及异常分析

4.1.1.1 物资使用分析

表 4-1 往届赛季物资使用分析表

类别	来源	名称	数额	单位	赛季规划时计划	实际使用情况	经验总结
资金	学习组织	比赛资金	8	万元	购买物资、耗材、宣传物资，更新设备	使用明细细致可查	继承资金良好使用方法
物资	拓竹公司	3D 打印机	1	万元	制作比赛用打印件	使用效果好，打印速度快	画图时提高 3D 打印件的可行性
RM 官方 物资	往届遗留 + 赛季购买	RoboMaster M3508 电机	35	个	制作底盘、拨弹轮、摩擦轮等	不当使用烧毁 2 两个电机	电控要注意接线方式，确保电机正常运行
	往届遗留 + 赛季购买	RoboMaster M2006 电机	5	个	制作 17mm 发射拨弹轮	未出现烧毁现象	确保电机正常使用
	往届遗留	RoboMaster snail 电机	6	个	制作摩擦轮	未出现烧毁现象	确保电机正常使用
	往届遗留 + 赛季购买	RoboMaster GM6020 直流无刷电机	12	个	做 YAW、PITCH 轴电机	未出现烧毁现象	确保电机正常使用

类别	来源	名称	数额	单位	赛季规划时计划	实际使用情况	经验总结
	往届遗留	RoboMaster C620 电调	33	个	制作底盘、拨弹轮、摩擦轮等	未出现烧毁现象，使用正常	合理安装和使用电调
	往届遗留	RoboMaster C610 电调	4	个	制作拨弹	未出现烧毁现象，使用正常	合理安装和使用电调
	往届遗留+赛季购买	RoboMaster C615 电调	15	个	制作摩擦轮	未出现烧毁现象，使用正常	合理安装和使用电调
	往届遗留	RoboMaster DR16 接收机	7	个	做为无线接收器	1 个接收机因接线错误工作不正常	正确接线和安装使用
	往届遗留	RoboMaster DT7 遥控器	7	个	作为控制器	工作正常	正确接线和安装使用
	往届遗留	RoboMaster 电调中心版	9	个	作为分电板	工作正常	正确接线和安装使用
	往届遗留	RoboMaster 开发型 A 板	5	个	作为机器人的主控制器	工作正常	正确接线和安装使用
	往届遗留+赛季购买	RoboMaster 红点激光器	5	个	作为辅助瞄准的工具	工作正常	正确接线和安装使用
	往届遗留+赛季购买	RoboMaster 电池架	10	个	作为放电池的工具	工作正常	正确接线和安装使用

类别	来源	名称	数额	单位	赛季规划时计划	实际使用情况	经验总结
	往届遗留+赛季购买	RoboMaster TB47D 电池	15	个	作为机器人的电源	工作正常	正确接线和安装使用
	往届遗留	RoboMaster 电池充电器	3	个	作为电池的充电器	工作正常	注意充电时不能离人，防止发生火灾
	往届遗留	RoboMaster 17mm 荧光弹丸充电装置	6	个	作为实际训练的装置	工作正常	使用时注意检查安装是否正确
	往届遗留+赛季购买	RoboMaster 飞镖触发器	5	个	作为测试飞镖结构部分	工作正常	使用时注意检查安装是否正确
	往届遗留	RoboMaster 弹药箱	6	个	作为工程夹取的训练装置	正常使用	使用时注意检查夹取是否正确，记录参数
	往届遗留	RoboMaster 金矿	3	个	作为工程夹取的训练装置	正常使用	使用时注意检查夹取是否正确，记录参数
	往届遗留	RoboMaster 银矿	2	个	作为工程夹取的训练装置	正常使用	使用时注意检查夹取是否正确，记录参数
	往届遗留	RoboMaster 42mm 弹丸	1	袋	作为 42mm 发射弹道测试道具	正常使用	使用时注意检查发射是否正确，记录参数

类别	来源	名称	数额	单位	赛季规划时计划	实际使用情况	经验总结
	往届遗留	RoboMaster 17mm 弹丸	1	袋	作为 17mm 发射弹道测试道具	正常使用	使用时注意检查发射是否正确，记录参数
	往届遗留	微型主机	4	个	作为视觉运算终端	正常使用	注意记录运算速度和锁定速度
电子设备	往届遗留+赛季购买	摄像头	5	个	作为步兵、哨兵、无人机的摄像头	正常使用	注意检查安装是否正确，回传是否清晰
	往届遗留	无线调试器	4	个	作为哨兵、工程的使用部分	正常使用	注意使用是否正确
机械设备	往届遗留	手钻套装	2	个	加工工具	正常使用	使用时注意做好保护措施
	往届遗留	可移动零件货架	6	个	储藏工具	正常使用	注意使用是否正确
	往届遗留	中型零件盒	21	个	储藏工具	正常使用	注意物品分类
	往届遗留	小型零件盒	32	个	储藏工具	正常使用	注意物品分类
	往届遗留	小型零件架	16	个	储藏工具	正常使用	注意物品分类
	往届遗留	低压气泵	1	个	工程气动元件	正常使用	使用时注意做好保护措施
	往届遗留	高压气泵	1	个	工程气动元件	正常使用	使用时注意做好保护措施

类别	来源	名称	数额	单位	赛季规划时计划	实际使用情况	经验总结
	学院	雕刻机	1	个	加工玻纤板	正常使用	使用时注意做好保护措施
	学院	精雕机	1	个	加工铝板	正常使用	使用时注意做好保护措施
	学院	3D 打印机	2	个	3d 打印	正常使用	使用时注意做好保护措施
	往届遗留	机械工具箱	6	个	装配工具	正常使用	注意工具分类
	学院	小型台钻	1	个	打孔	正常使用	使用时注意做好保护措施
	学院	铝型材切割机	2	个	切割铝材	正常使用	使用时注意做好保护措施
	学院	角磨机	1	个	切割铝材	正常使用	使用时注意做好保护措施
	购买	各种铝型材	2	堆	加工材料	正常使用	注意记录使用情况和明细
	购买	板材	2	堆	加工材料	正常使用	注意记录使用情况和明细

4.1.1.2 2023 赛季资金分析

表 4-2 2023 赛季资金分析表

投入项目	预算数额（元）	实际数额（元）	备注
步兵机器人	17969	19194	超出 1255
备用步兵机器人	8000	6780	余下 1220
工程机器人	14644	13644	剩余 1000

英雄机器人	11098	10196	剩余 902
自动哨兵机器人	12920	13840	超出 920
空中机器人	4108	0	余下 4108
飞镖	10415	10000	余下 415
雷达	3600	1600	余下 2000
差旅	28381	25400	剩余 2981
其他（运营等）	26750	10073	余下 16677
总计	137885	110727	余下 27158

4.1.2 本赛季资源使用成本控制优化动作

过往赛季对于资金使用情况，大多数车组实际数额均在赛季预算数额内，小部分车组有超支，但是均可由其他车组余下数额进行弥补。整体而言，战队关于资金成本控制较为合理。

但是过往赛季对于电控物资有过烧毁情况，对此需要警醒，加强电控组同学对于物资使用的合理化与规范化，避免增加对于电控物资的试错成本，额外造成不必要的物资浪费。

4.2 可用物资资源使用分析

表 4-3 实验室目前可用资源

类别	名称	来源	数额	单位	初步使用计划
资金	比赛资金	学院组织	80000	元	购买物资、耗材、宣传物资，更新设备
RM 官方 物资	RoboMaster M3508 电机	往届遗留	33	个	制作底盘、拨弹轮、摩擦轮等
	RoboMaster M2006 电机	往届遗留	4	个	制作 17mm 发射拨弹轮
	RoboMaster snail 电机	往届遗留	6	个	制作摩擦
	RoboMaster GM6020 直	往届遗留	11	个	做 YAW、PITCH 轴电机

流无刷电机				
E2000 动力系统	往届遗留	6	个	做空中机器人的飞行动力
E2000 桨叶	往届遗留	8	个	做空中机器人的飞行动力
RoboMaster C620 电调	往届遗留	33	个	制作底盘、拨弹轮、摩擦轮等
RoboMaster C610 电调	往届遗留	4	个	制作拨弹
RoboMaster C615 电调	往届遗留	12	个	制作摩擦轮
RoboMaster DR16 接收机	往届遗留	7	个	做为无线接收器
RoboMaster DT7 遥控器	往届遗留	7	个	作为控制器
RoboMaster 电调中心版	往届遗留	9	个	作为分电板
RoboMaster 开发型 A 板	往届遗留	5	个	作为机器人的主控制器
RoboMaster 红点激光器	往届遗留	4	个	作为辅助瞄准的工具
RoboMaster 电池架	往届遗留	8	个	作为放电池的工具
RoboMaster TB47D 电池	往届遗留	13	个	作为机器人的电源
RoboMaster 电池充电器	往届遗留	3	个	作为电池的充电器
RoboMaster 17mm 荧光弹丸充能装置	往届遗留	6	个	作为实际训练的装置
RoboMaster 飞镖触发器	往届遗留	4	个	作为测试飞镖结构部分
RoboMaster 弹药箱	往届遗留	6	箱	作为工程夹取的训练装置

	RoboMaster 金矿	往届遗留	3	个	作为工程夹取的训练装置
	RoboMaster 银矿	往届遗留	2	个	作为工程夹取的训练装置
	RoboMaster 42mm 弹丸	往届遗留	1	袋	作为 42mm 发射弹道测试道具
	RoboMaster 17mm 弹丸	往届遗留	1	袋	作为 17mm 发射弹道测试道具
	麦克纳姆轮（左旋）	往届遗留	12	个	制作底盘
	麦克纳姆轮（右旋）	往届遗留	12	个	制作底盘
	N3 飞控	往届遗留	1	个	作为无人机的主控制器
	微型主机	往届遗留	4	个	作为视觉运算终端
电子设备	摄像头	往届遗留	4	个	作为步兵、哨兵、无人机的摄像头
	舵机	往届遗留	5	个	作为工程模块的动力源
	无线调试器	往届遗留	4	个	作为哨兵、工程的使用部分
	电线	往届遗留	15	米	导电
	热缩管	往届遗留	136	个	防止漏电
	滑环	往届遗留	6	个	作为机器人的陀螺设计
	继电器	往届遗留	5	个	作为能力机关的电子元件
	焊台	往届遗留	1	个	焊接电子元件
	万用表	往届遗留	2	个	测量工具
	热风枪	往届遗留	1	个	加热
	示波器	往届遗留	1	个	测量工具
	信号发生器	往届遗留	1	个	测量工具
	直流稳压源	往届遗留	1	个	提供可调可变的直流电源
	电子元器件	往届遗留	3	箱	包括各类传感器
	剥线钳	往届遗留	5	个	焊接辅助工具

	斜口钳	往届遗留	5	个	焊接辅助工具
机械 设备	手钻套装	往届遗留	2	个	加工工具
	可移动零件货架	往届遗留	6	个	储藏工具
	中型零件盒	往届遗留	21	个	储藏工具
	小型零件盒	往届遗留	32	个	储藏工具
	小型零件架	往届遗留	16	个	储藏工具
	低压气泵	往届遗留	1	个	工程气动元件
	高压气泵	往届遗留	1	个	工程气动元件
	雕刻机	学院	1	个	加工玻纤板
	精雕机	学院	1	个	加工铝板
	3D 打印机	学院	2	个	3d 打印
	机械工具箱	往届遗留	6	个	装配工具
	小型台钻	学院	1	个	打孔
	铝型材切割机	学院	2	个	切割铝材
	角磨机	学院	1	个	切割铝材
	各种铝型材	购买	1	堆	加工材料
	板材	购买	1	堆	加工材料

4.3 软件协作工具资源使用分析

4.3.1 协作工具使用规划分析

4.3.1.1 服务器

为提升队内设备性能，以及对往届机械图纸、控制代码、视觉算法、运营资料和视频资料进行存档，采购一台工作站主机，作为队内大家共享的一个高性能配置的计算机平台同时也作为一个长久性的资料存储仓库。强大的硬件储存空间，为战队中各类资料提供了一个长久的存储仓库。在使用方面，由于该工作站属于公共设备，不得私用，同时在日常打扫实验

室卫生时，记得清理外部灰尘，延长其工作寿命，作为资料传承的重要途径之一，从而避免重复做往届的测试，提高迭代效率。



图 4-1 服务器文件截图

4.3.1.2 Github

视觉组、嵌入式组分别使用一个团队账号。对于需要多人协作的项目，将队员加入项目成员列表，每位成员只允许将代码 `push` 到自己的分支，对他人分支可以进行查阅及下载。每个人在自己的分支的 `README.md` 中表明进度表。当且仅当代码测试通过并获得组长许可后才可以进行分支合并到 `main` 分支的操作，`main` 分支存储的代码应当始终是最新的实测可用的代码。代码要求有详尽的注释以方便他人阅读学习，也应当遵守队内的代码规范，定期组织技术交流会以促进队员的知识能力增长。

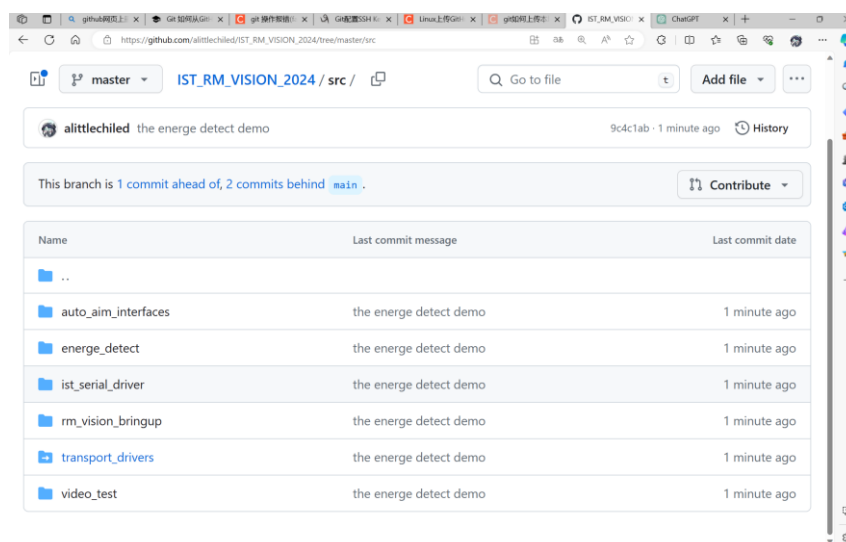


图 4-2 Github 图片

4.3.2 研发管理工具使用规划分析

2024 赛季，团队采用 ONESwiki 与 服务器相结合的方式 进行研发管理，下面将分别从

ONESwiki 与服务器进行说明。

4.3.2.1 ONESwiki

在 ONESwiki 中邀请各组参赛队员，并要求实名制，便于统一管理。其中由项管在 ONES 中撰写 ONES 使用须知与要求并公示，便于参赛队员进行查看。



图 4-3 ONES 使用须知与要求截图

(1) 公告栏

每周重要事情，例会通知等事项将提前一周于公告栏-通知进行公示，便于队员合理规划自身时间。实验室人员信息一栏则公示实验室现役人员，及人员流动分组等情况。信息收集主要是收集实验室需要购买的物资，收集后由管理层统一决定是否进行购买。物资使用情况则由物资管理人员进行登记：实验室现有物资，使用物资情况，缺少物资的情况等。

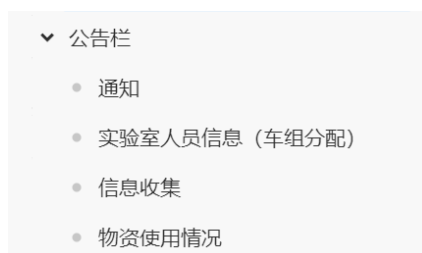


图 4-4 公告栏导向截图

(2) 会议记录

实验室每周全体例会，组长管理层会议，及技术组组内，兵种组组内会议均全部公示于此页面，且每次开会时均有人进行会议记录，会议结束后进行整理然后发布。

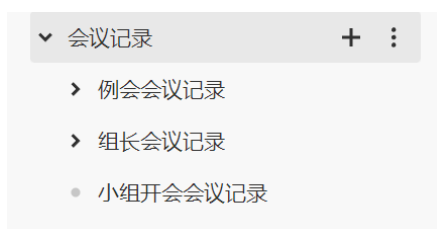


图 4-5 会议记录导向截图

(3) 每周工作安排及汇报

每个组别的参赛人员在自己技术组页面下自己新建一个子页面，新建子页面命名为：xx 组（组别）-xx（自己名字），在以自己名字为命名的页面下新建子页面，记录当周的工作安排与上周工作汇报，然后由队长项管进行验收，每周财务组更新时，财务会对现有未能成功报账的物资进行汇报，便于参赛队员查看是否有自己购买的物资未能完成报销步骤。

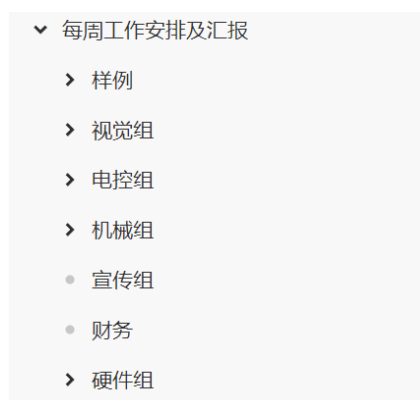


图 4-6 每周工作安排及汇报导向截图

(4) 各组技术文档共享

每个组将小于一个 G 的开源资料技术文档放置此处进行存档共享。技术文档共享详情查看 4.4 资料文献整理。



图 4-7 各组技术文档共享导向截图

(5) 进度时间表安排

对于技术组成员的时间安排表，所有关于单个技术点的研发与验收均按照该表进行监督与验收。



图 4-8 进度时间表安排导向截图

(6) 财物

财物则由购买人员进行登记，登记内容为：购买时间-购买物资-购买金额-发票号。由财务收到后进行备注确认。便于后期财务报销工作进行。

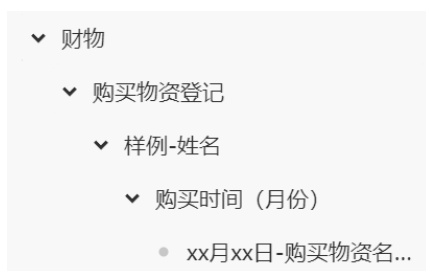


图 4-9 财物导向截图

(7) 兵种记录

兵种记录主要记录该兵种的迭代情况，与每周进度情况，与测试情况。迭代后进行记录，便于后续进行查看。同时，要求参赛队员在兵种页面下编写本赛季新规则下，该兵种的变化需求设计思路等等，除开项管对参赛队伍参赛队员进行赛季规划外，参赛队员自己也对自己有一定的赛季规划。



图 4-10 兵种记录导向截图

4.3.2.2 服务器

实验室服务器：详细使用方法截图如下图：

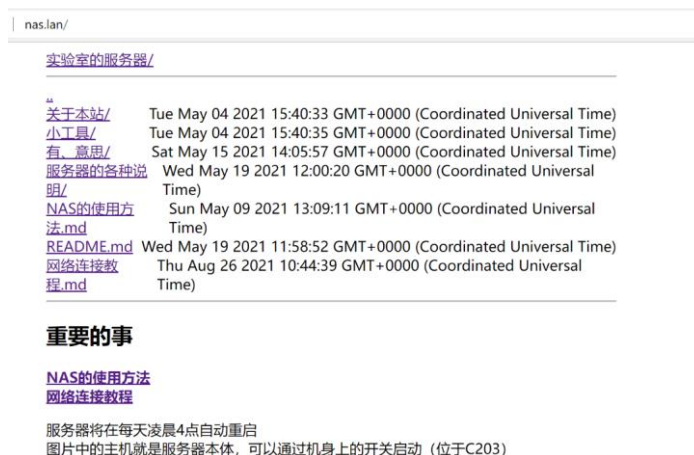


图 4-11 服务器使用方法导向截图

各个文件夹主要由各组组长负责维护，主要存放任务进度、任务完成情况、测试记录等记录。关于个人使用，可在在组别中的项目文件夹中添加相关文件，必要时建立个人姓名命名的文件夹。上传文件时命名方式如文件夹中已有文件为模板，例如“时间+车组+测试内容”。

4.3.3 资料文献整理规划分析

4.3.3.1 服务器

实验室内大于一个 G 的技术文档或者开源资料，则放于实验室服务器当中：



图 4-12 服务器技术文档导向截图

4.4 现金流资源使用分析

4.4.1 预算规划分析

预算、团队资产预算请查看“附件 RoboMaster 预算表”。

4.4.1.1 兵种预算分析

表 4-4 兵种预算分析表

兵种名称	负责人	总金额
英雄机器人	唐訢壹	12894
工程机器人	吴家亮	17895
步兵机器人	邓佳源	24059
哨兵机器人	郑俊杰	15519
飞镖机器人	王文杰	7876
雷达系统	曾宪霖	2100
空中机器人	王京	9784
团队运营	唐阳	26750
团队资产	唐阳	31389
合计		148266

4.4.1.2 组别预算分析

表 4-5 2024 赛季队伍预算表

一级目录	一级总计	二级目录	二级总计	备注
机械组	65800	外发加工件	25700	包括板材/管材/螺丝/轴承/ 紧固件/气动元件/3D 打印 耗材/加工件/加工费/加工 工具等
		机械工具	1500	
		加工材料	19500	
		其他零件	19100	

一级目录	一级总计	二级目录	二级总计	备注
嵌入式	36335	RoboMaster 官方物资	29385	包括官方电机/电池/主控板/电调/陀螺仪/测试模块及其他传感器等
		电子耗材及工具	5750	
		打 PCB 板	1200	
视觉组	9000	大恒相机	9000	包括摄像头/相机/处理器
		运算终端	0	
运营组	1350	宣传费用	1350	为可能的支出费用
差旅	25400	交通	11900	包括联盟赛/分区赛的各项差旅费用（进入全国总决赛的差旅费用除外）
		运输	6000	
		住宿	7500	
总计			137885	

4.4.2 筹集资金计划分析

4.4.2.1 资金分析

在本赛季中预计研发花费资金 122866 元（不包括差旅费用），但实际未进入全国赛资金为 80000-90000 元，仍有 42866 元资金缺口，拟通过资金筹措及成本控制，着重计划分析“希望获得但暂未获得的资金资源”和“经过努力希望可以减少的支出”。即从“开源”和“节流”两个方面改善队伍资金情况的计划。

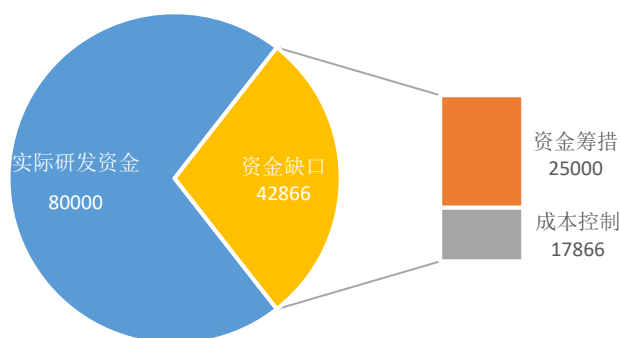


图 4-13 预算与实际资金关系图

4.4.2.2 筹集资金计划

4.4.3 成本控制分析

想要做好成本控制，就应该综合、全面进行把控，想单一的通过招商解决实际经费问题并不能从根本解决问题，应该更加深入的思考，“成本控制”不单单指根据已有的资金成本进行合理的分析安排使用，同样也需要全面考虑，从团队建设、团队制度到研发全面控制成本等等。成本控制主要包括：（1）监督成本执行情况及时发现实际成本与计划的偏离；（2）将一些合理改变包括在基准成本中；（3）防止不正确、不合理、未经许可的改变包括在基准成本中；（4）把合理改变通知项目涉及方。在成本控制时，还必须和其范围控制、进度控制、质量控制等相结合。

4.4.3.1 已有资金安排

1、找准定位

找准定位是做一份合理的资金安排的基础，通常会在一个赛季的开始通过预算法来进行资金合理的规划，其中这个找准定位是进行预算法中最重要的一步，就如同在研发过程中找准定位也是最为重要的一点。

（1）初步确定车组的资金安排

初步确定资金的车组安排是进行资金安排的第一步，有的队伍可能会根据上一赛季的总花费，按照不同的技术方向进行初步的资金安排（例如按照技术划分机械、电控、硬件、视觉这四个方面进行），但是这种初步安排的会过于笼统，在进行后续的步骤时也不易进行调整。应该按照车组进行，车组内会根据车组的已有物资按照技术方向进行资金安排，再最后汇总成技术组和上赛季经验进行对照。

在初步确定的时候，如果是新队伍没有太多经验，应该多和其他学校进行交流，或者通过 RoboMaster 论坛开源的赛季规划、赛季总结等进行参考，做好基础第一步，才能在基础上进行更改。

（2）找准定位

找准定位主要分为两方面的找准定位：

第一，找准队伍发展的定位，发展的定位包括较多方面，比如说队伍在赛季中要取得的成绩，队伍在技术方面想要发展的方向等等。

第二、找准研发重点的定位，由于根据队伍发展的定位、规则的变化、上一赛季中仍然

存在的问题等多种因素，找到并确定在这一个赛季中研发方向的定位。

找准定位最难的地方是“准”，根据比赛规则确定研发方向，可能会出现不分析现实情况的一些目标，同时，也可以多看看其他队伍的交流，避免定位不准确，闭门造车。

（3）调整计划

已经有了初步的资金安排，同时也找准了队伍、研发的定位，就可以根据定位去修改初步计划，例如：①在上赛季中步兵发射已经较为稳定，本赛季中决定重点在于底盘悬挂的研发，不需要进行整车研发，步兵组的机械费用可以相对应的降低；②在本赛季的规则中工程机器人的战术地位重要，需要重点研发，在工程机器人的机械经费预算方面要适当提高；③在上赛季中由于焊接铝方管误差较大，所以在本赛季选择铝方管铆接，由于自己加工精度不够所以选择外发加工，工程结构复杂铝方管较多，所以应该提高工程机械的预算等等情况。

在找准了定位后，不仅需要根据定位修改预算计划，还会有资金受到限制，需要根据实际的资金情况进行更改研发计划。

2、可持续发展

经费是重点关注对象，但其他隐性成本也不能忽视，每一项成本的合理使用都是团队持续发展的重要保证。如果想要长期队伍的传承，在安排已有资金时就要考虑到这一点，例如是否选择为队伍购置雕刻机、3D 打印机等装置，来减少外发加工的支出，同样购置这些装置不仅仅是一个赛季的使用，还关系到整个队伍发展的可持续发展，所以在做资金安排时要综合考虑。

3、风险规划

在做完以上预算后，还需要做风险规划，风险规划有两方面，一方面是研发出现问题，超出预算时的解决方法，由于超出预算了，就必定代表着其他部分要做预算的缩减，要有提前的风险规划防止风险的不可控，导致整个成本控制的大失误；第二方面为提前考虑到相关物资的损耗等问题，例如官方电机的损耗等等，划拨已有资金的安排，做备用。

做好了基本成本预算安排后就可以根据实际的研发过程中做：

- （1）监督成本执行情况及时发现实际成本与计划的偏离；
- （2）将一些合理改变包括在基准成本中；
- （3）防止不正确、不合理、未经许可的改变包括在基准成本中；
- （4）把合理改变通知项目涉及方等工作。

4.4.3.2 管理制度

1、财务

(1) 供应链管理与优化

众所周知，标准件成本低于定制加工零件，量产成本（单件）要低于小量定制成本。

在一个机器人的研发中，零件的选用和设计者的能力和经验有这密切相关，在这里暂且不讨论如何设计能有效减少成本。从供应链的角度看如何有效控制成本。就以我们战队来说，机器人 BOM 表零件来源无外乎机械自制，淘宝选购标准件，外发机加工，而机械自制的耗材往往也需要稳定的淘宝供应商。不管是机加工的工厂，还是各种各样的标准件供应商，其实都是战队在进行研发备赛过程中的供应链。

结合以往备赛经验，由于供应链管理混乱带来的成本损失包括但不限于，零件质量不稳定导致机器人出现装配问题而导致重新购买零件，交付时间不稳定导致研发进度受损造成时间成本损失，购买材料金额太小开票困难等。当然，对供应商进行管理和渠道优化对成本的控制不只是能有效减少或解决上述问题，同时，战队还可以在统一购买减少运费/量大优惠/累计开票减少补税点费用等方面控制成本。

一种较为有效的供应链管理方法就是整理并实时更新适合（地理位置）本队的供应商名录，并且优化队内采购流程，标准化进行物资采购。将相关资料保存后，用于队伍传承也能帮助新队员避免踩采购的坑，以免重复造成成本损失。

(2) 采购流程与支出制度

详细采购流程与支出制度详见团队制度“[6.2.4 采购流程与支出制度](#)”

2、研发

(1) 开发方式与研发思路

RoboMaster 比赛团队虽小，五脏俱全，人力资源配置和小型公司基本一致。需要多学科人才，工科，财会，管理，宣传等。

整个团队的项目管理方面最常用的两种方式就是瀑布式开发和敏捷式开发。瀑布式开发的基本流程是 需求 → 设计 → 开发 → 测试，是一个更倾向于严格控制的管理模式。要求有明确的需求，大家按照需求一步步做好规划，每一阶段工作的完成是下一阶段工作开始的前提，每一阶段都要进行严格的评审，保证各阶段的工作做得足够好时才允许进入下一阶段。敏捷对项目管理采取了一种截然不同的方法。它最初是为需要极大灵活性和速度的项目开发。为了实现这一点，敏捷是由一个个短交付周期组成的，也就是“sprints”。敏捷可能

最适合那些在自我激励的团队环境中只需要较少控制和实时沟通的项目。作为一种项目管理方法，敏捷是高度交互的，允许在整个项目中进行快速的调整。

但在实际的应用中虽然许多团队都倾向于使用瀑布方法或敏捷方法，但是这两种方法的好处可以为混合项目管理方法的解决方案创建一个案例，所以我队在 22 赛季的比赛中选用的就是瀑布和敏捷方法混合项目管理方法，其中计划和需求阶段是在瀑布方法下进行的，而设计、开发、实现和评估阶段则遵循敏捷方法。

在赛季初规则发布后就开始分析规则，确定需求，每个车组基本确定这辆车在今年一整年中的定位，由于资金受到限制，基本确定定位后就不再改变，减少成本的支出，例如英雄机器人在本赛季的定位就是底盘通过性强，重点研发为发射，故这一需求后期不会更改，以免更改造造成更多的支出，确立了基本的设计需求后，就使用敏捷开发完成设计、开发、实现、评估。由于在赛季初就确定了基本的目标需求且不更改，在一定程度上减少了支出。

在敏捷开发中，选用的是 MVP 最小核心功能迭代验证的核心研发思路。

每当赛季规则变化中有兵种制作规则变化时，以及想要采用全新的方案对机器人进行方案迭代时，都需要进行必要的功能迭代验证。每个赛季初，战队本着锻炼学生能力的培养理念，不管规则有没有改变，都会鼓励队员们设计新的机器人，基于上一届的部分成果进行迭代完善，性能提升，这就难以避免经费会大量花在研发上。结合往年的备赛经验，科学的研发迭代方法能有效节省研发的经费，我队 2021 赛季是断代后第一年参赛，新队员都没有什么经验，在机器人的研发迭代上花了很多的精力和经费，当时采用的是整车制作-测试反馈-迭代修改的策略，分析其花费过多的成本的原因，一个是队员的经验不够，踩了很多坑，另一个重要原因就是迭代方法不对。

而后 2022 赛季，在机器人的迭代研发过程中，我队采用了 MVP 最小核心功能迭代验证的研发思路，在设计之初，就对设计任务进行一个量化分析，结合经验对每个具体的功能进行研发风险评估，如果是采用全新的实现方案就应该标记风险最高（例如工程夹取矿石从原来的夹爪夹取换成吸盘吸取，整个取矿机构的设计研发就是一个高风险的研发任务），对于高风险的研发任务，又利用工程思维进行分解，将一个充满不确定性的高风险研发任务拆分成多个容易进行核心功能迭代验证的低风险研发任务。一个具体的应用实例，哨兵机器人的研发任务中，有个很重要的项目是“动能回收及利用”，经过队内讨论，决定采用新的方案来实现需求，整个需求是一个高风险的项目，后将其拆解为，原理验证和功能结构可行性，原理验证利用计算仿真完成，结构可行性又根据具体设计发方案将其分解为储能部分和离合

控制部分，继续细分，又将储能部分分解为，最小储能单元的固定结构，细分到此，便开始利用 3D 打印技术进行结构的可行性验证（结构没问题后再把零件材料换成能满足强度要求的机加工零件），完成这一步后再做离合控制的研究迭代。这样的思路既能降低迭代的金钱成本，也能提高迭代的速度。

（2）审核决策制度

审核决策制度包括任务提出与研发流程、测试体系流程、评审方法，详情见团队制度“6.2.1 审核决策制度”

（3）物资

物资管理详情见团队制度“6.2.5 物资管理制度”

4.4.3.3 面向成型的设计

1、科学的设计

（1）干涉检查

干涉检查是整个科学设计中最有可能出问题的地方，因为比赛设计机器人的复杂性，在一些设计中难免会出现干涉的情况，或者说在设计的过程中图纸中未有螺栓等，在实际装配中出现螺栓与其他结构的干涉，所以在完成了设计后可以利用 SolidWorks 等设计软件自带的干涉检查功能进行检查。

（2）单一零件的分析

在设计中，部分零件有着强受力等作用，为了防止在实际测试中出现强度、刚度不满足使用条件，造成重新设计选材加工的成本浪费，需要对这单一零件进行分析。

（3）装配体的仿真测试

在进行了单一零件分析后，也可对某一部分整体进行仿真测试，例如所选悬挂型号和悬挂类型通过起伏路段是否能够满足实际的设计需求等，可以通过 Adams 等软件进行仿真。我队在 21 赛季中为验证英雄机器人 Pitch 轴动力特性，利用 SolidWorks 中的 Motion 分析，可以获取其传动力矩，结果如下：

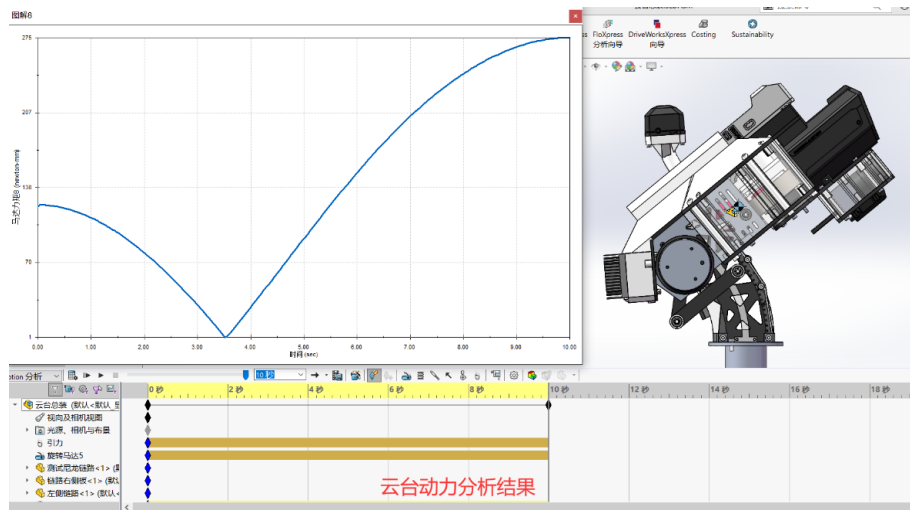


图 4-14 英雄机器人 Pitch 轴动力特性分析图

由图易知，Pitch 轴电机所需最大扭矩为 $0.275\text{N} \cdot \text{m}$ ，而 M6020 额定扭矩为 $1.2\text{N} \cdot \text{m}$ 。其传动结构满足要求。

2、机械零件

因为 RoboMaster 比赛的性质，在所有的队伍中，基本在做设计的过程中都会要求面向制造和装配的设计（DFMA），从提高产出物的可制造性和可装配性入手，在设计研发阶段就全面考虑成品制造和装配的需求，通过减少设计修改、减少制造和装配错误，从而达到降低产品开发成本的目的。但还有面对成本设计（DFC），是满足需求的前提下尽可能的降低成本，即成本最优，面对成本设计主要是在研发阶段的零件设计中。

DMFA 和 DFC 都是降低成本的设计，但在实际的研发过程中实施起来会有难度，因为需要机械设计的技术人员具备综合能力，在做设计的时候可以对背后隐藏的材料信息，能够实现的功能和需要的工艺等进行一个大体评估并选择出较为经济的方案。

（1）选择合理的材料

对整个项目成本影响最大的还是产品成本本身，而研发人员可掌控的则是产品的材料和工艺，这一部分通常是产品成本占比最大的部分，也就是 DFC 需要重点关注的部分。

CNC 加工中材料：铝 6061 < POM < 尼龙 < 铝 7075 < 不锈钢

板材雕刻中材料：亚克力 < 玻纤板 < 碳板

3D 打印材料：PLA < ABS < 尼龙

虽然有列出材料的对比价格，但不同材料有自己的强度，刚度等特性要熟悉，不能只根据价格进行设计，要选择适合自己设计、价格合理的材料。

（2）选择合理的工艺

对整个项目成本影响最大的还是产品成本本身，而研发人员可掌控的则是产品的材料和工艺，这一部分通常是产品成本占比最大的部分，也就是 DFC 需要重点关注的部分。

由于战队内有雕刻机，可以进行板材雕刻，不需要外发加工，所以相对于 CNC 加工自己进行板材雕刻加工会更大程度上的降低成本。

①板材拼接代替

在机械设计结构时，可能会出现大量的 CNC 加工件，但是 CNC 加工件的价格会高于板材加工或组装，可以设计将部分机加件改为通过榫卯、连接件等方式连接板材，在一定程度上降低了成本。

②钣金件代替

在大小相似，可实现同种功能情况下钣金件要比 CNC 机加件成本低，钣金制作为激光切割板材，折弯机折弯，从工艺上比 CNC 简单。但是对于有精度要求的部分并不建议使用钣金件，在折弯过程中误差要远高于 CNC 加工。

③降低 CNC 的成本

决定 CNC 成本的因素包括：加工时间。加工时间越长，CNC 成本越高；材料成本；当批量较小时，几何模型的准备以及加工过程的规划严重影响 CNC 成本。这一部分成本是固定成本，可以通过大批量生产来分摊；其它设计因素。当 CNC 零件设计具有特殊要求时（例如精密公差要求和薄壁设计），需要使用特殊的刀具、更精密的质量管控、更低的加工速度、以及更复杂的加工步骤，这些都会严重影响 CNC 成本。

降低 CNC 的成本的方法：减少装夹次数，尽可能减少零件装夹次数，最好只需装夹一次，旋转或重新定位零件会增加加工成本，因为装夹动作一般是通过人工完成，可以考虑把复杂零件结构分成多个零件进行 CNC 加工，然后再紧固在一起。使用标准尺寸的孔，使用标准钻头，可以快速高精度的加工孔；对于非标准的孔，使用铣刀会大大增加成本。避免薄壁，除非特殊要求，应当避免薄壁设计，薄壁加工时容易变形甚至破裂，为了避免这种情况的发生，需要增加更复杂的加工路径，这会耗费更多的加工工时。降低槽深度：槽体加工极大影响零件成本，这是因为大量的材料需要铣除，这会使得加工时间大幅增加。

（3）复杂件简化

当你设计的零件不可避免的复杂时，在价格上复杂零件的价位很高，可能会超过几个简

单零件的价格总和。若在保证功能一样的前提下可以将一个复杂零件拆分为几个简单零件或已有零件就可以极大的降低。

(4) 零件标准化

在设计过程中首先可以尝试使用五金标准件，直接采购，价格低，质量可靠。还可以根据队内的实际情况制定常用零件的标准库，一般为结构方案稳定不变，或者定位特征等地方。小定位特征件可以队内统一尺寸标准，采购标准件或批量定做一批。在做设计时可以将各个车组的不同项目具有相同功能的零件可以尝试利用起来，增加零件的通用性。

实施零件的标准化，量大从优降低了成本，同时也减少备用零件种类和数量方便管理。

3、优化设计

(1) 模块化设计

模块化是指把机器人某一模块中多个相邻零件合并为一个子组块，一台机器人由多个子组块构成模块化的好处：①质量问题尽早发现，更容易修改；②提高零件的可拆卸性和可维修性；若模块可靠性高，不同机器人可应用相同模块。

(2) 优化易损件设计

在实际设计中可以考虑损坏后更换的成本低、方便。例如在本赛季中英雄机器人拨盘主体采用 3D 打印制作，转弯管处受力最大，故将其和拨弹盘其余部分分割开来，做一定的结构加固，即使调试过程中损坏也只需要更换导向弯管即可。

5. 宣传及商业计划

5.1 宣传计划

5.1.1 指导思想

(1) 文化建设目标

团队文化建设的目标是在团队内部创造一种共同的价值观、信念和行为方式，从而促进团队的协作、创新和高效工作。团队文化建设的目标可以包括以下几个方面：

(1) 建立共同的愿景与目标

团队文化建设的首要目标是确立共同的愿景和目标，以确保所有团队成员都朝着相同的方向努力。这可以通过定期组织团队会议、分享经验和故事、明确任务和目标等方式来实现。

(2) 建立高效的沟通与协作

团队文化建设的另一个重要目标是建立高效的沟通和协作机制，以确保团队成员之间可以快速、准确地交流信息和合作完成任务。这可以通过建立明确的沟通渠道、制定协作规范、建立信任和尊重的关系等方式来实现。

(3) 培养创新和学习文化

团队文化建设的第三个目标是培养创新和学习文化，以鼓励团队成员不断探索新的思路和方法，并不断提升自己的能力和知识水平。这可以通过定期举办培训和工作坊、鼓励团队成员分享经验和教训、建立学习和反思机制等方式来实现。

(4) 建立正向的工作氛围

团队文化建设的最终目标是建立正向的工作氛围，以激励团队成员为实现共同的目标而努力工作。这可以通过营造轻松、愉悦的工作氛围、公正、公平的激励机制、建立反馈和表扬机制等方式来实现。

(2) 对外宣传指导思想

(1) 坚持真实性与客观性

在宣传过程中，我们要始终坚持真实性和客观性的原则，不夸大事实，不歪曲真相，确保所传递的信息准确无误。通过真实的展示战队的技术实力、团队建设和成果，树立战队的良好形象和信誉。

(2) 突出技术特色与团队文化

RoboMaster 战队作为技术密集型团队，我们应该在宣传中突出展示战队的技术特色和创新能力。同时，要强调团队文化的建设，展示战队在团队合作、领导力、问题解决等方面的优势，吸引更多志同道合的人才加入。

(3) 注重互动与参与性

宣传过程中，我们要注重与粉丝的互动和参与性。通过社交媒体平台、线下活动等方式，与粉丝进行互动交流，听取他们的意见和建议，增强粉丝对战队的认同感和归属感。同时，要通过各种方式鼓励粉丝积极参与战队的活动和项目，共同推动战队的发展。

(4) 强调社会价值与影响力

在宣传中，我们要强调机器人战队的社会价值和影响力。通过展示战队在技术创新、人才培养、社会服务等方面的贡献，提升战队在社会上的知名度和影响力。同时，要倡导机器人技术的普及和应用，推动机器人技术在各个领域的发展和应用。

(5) 坚持持续改进与创新精神

宣传过程中，我们要坚持持续改进和创新的精神。根据反馈和效果评估，不断调整和优化宣传策略和手段，提高宣传效果。同时，要鼓励团队成员积极探索新的宣传方式和手段，保持创新精神，推动战队宣传工作的不断进步和发展。

5.1.2 工作思路

规范工作程序，提高宣传质量和效率，打造铁人战队良好的团队形象。及时收集信息，运用好微信、QQ、B 站等主流社交软件，多渠道宣传报道铁人战队的历史和发展，营造良好的社会舆论氛围。积极与校外官方媒体合作，充分发挥教育主流媒体的舆论引导力。

5.1.2.1 2023 赛季宣传计划动作总结

2023 赛季中，战队在文化建设方面输出动作较大，且最后产出结果明显，团队氛围与文化建设较以往赛季都有显著提升。包括实验室每月优秀人物表彰大会、实验室运动会与聚餐、实验室新新老老见面会等优秀动作的输出，无疑是建立了很好的战队特色文化和战队队内氛围。

但是在战队文化宣传上，战队产出严重不足。这导致在上赛季中，战队未能有效的对外进行宣传输出，未能成功提高战队知名度和影响力，吸引更多优秀人才和赞助商的关注与支

持。这一点是上赛季在宣传运营小组未能有效完成的任务。

5.1.2.2 2024 赛季宣传计划动作规划

在 2024 赛季中，我们将根据宣传计划指导思想，对于战队文化建设以及对外宣传重新进行规划，对于往届优秀文化建设和对外宣传优秀动作将进行保留，持续传承下去，同时，将重视对外宣传部分，弥补战队在对外宣传方面薄弱项，争取扩大战队知名度和影响力，吸引更多优秀人才和赞助商的关注与支持。

在文化建设方面依旧保持定期的每月优秀人物表彰大会和不定期的对外交流活动与实验室内部聚餐文化建设活动。

在对外宣传方面，首先对运营组同学采取“任务承包制”模式，即每月首先每月分配一定数量产出任务给予运营组同学，是否按时完成规定产出将纳入运营考核标准内，在此基础上，运营组同学额外产出将额外获得奖励。

5.1.3 重点工作

(1) 战队招新，注入新鲜血液。

分为招新策划、招新宣传、人才选拔和招新总结四个宣传方面。招新策划期间，需要梳理队内人员架构，来确定各组招新人数以及未来各组工作安排。其次需要规划招新工作的节奏，设计准备好宣传物料。招新宣传期间，可通过自有渠道，如：规划制定微信、微博、QQ 公众号推送内容；建立新生兴趣交流群（QQ 或微信）为招新活动预热；线下扫楼、食堂门口摆台宣传；用机器人和无人机吸引学生，并增加体验环节；通过官方抽奖活动，抽送周边奖品吸引人流；邀请新生参观实验室，让新生零距离了解队伍。同时可以通过合作渠道和校方资源，邀请校内媒体进行报道，开展招新宣讲会，拓展校内宣传范围。招新后，做好招新总结。统计各渠道微信、微博阅读量、评论数、增粉数。统计各宣传渠道到达转化率数据（通过问卷调查形式或面试时直接询问参加面试人员从何方式了解到战队信息的）。总结高转化率渠道，并列入运营计划，以作备用。

(2) 自有媒体运营。

可定期通过撰写干货内容周报、月报培养忠实读者。记录铁人战队日常，做好战队文化传承和弘扬。注重选题和内容，以定位轻松、有趣为主，培养粉丝数量。

(3) 打造宣传实体活动。

设立战队开发日，通过实验室预约参观形式向校内同学介绍铁人战队文化，期间可进行

机器人动态展示、体验等活动，增加战队粉丝数，吸引潜在技术人才。举办区域校内交流会，不同地区战队可相互交流，例如：22 赛季国庆期间我队组织队员赴西南交通大学和电子科技大学开展技术交流活动。同时还可以通过讲座的形式进行交流和分享，设置较为简单适合普通观众参与的赛事、技术分享。积极开展校内赛，提高队员技术能力，吸引广大同学了解参与。

(4) 与时俱进，增强素养。

宣传组成员需要不断增强稿件撰写能力、微信图文编辑、基础 PS 操作、基础视频剪辑、基础新闻图片摄影、商务沟通等能力。

5.1.4 工作要求

(1) 宣传内容

在落实内容真实性的前提下，保证内容的可读性和吸引力。积极记录战队队员日常工作、招新工作、校内外各项比赛和活动等。积极转发 RoboMaster 官方所发布的推文、图片、视频等，吸引更多同学了解和参与 RoboMaster 机甲大师赛。

(2) 宣传质量

要求宣传稿件主题清晰，语句通顺，语言简练，无错别字；照片要求清晰，且能够反映稿件主题；视频要求画面稳定且清晰，背景音乐与人声和谐，字幕字体大小合适，LOGO 的清楚符合规定等要求。其中不得对 RoboMaster 品牌 LOGO 相关设计素材进行任何形式演绎，包含改色（纯白、纯黑、原灰色除外），更改形状等。除校徽外，不得将 RoboMaster 品牌 LOGO 与其他无关商家并排出现在同一画面。

(3) 宣传形式

以微信公众号推文、QQ 说说、B 站视频为主，兼有海报、周边等多种形式。

5.1.5 宣传小组赛季时间轴

表 5-1 宣传组赛季时间轴

时间节点	月份	负责人	事件	TO-DO
开学季	9-10 月	宣传经理	对大一新生进行 战队宣传	1、撰写招新策划 2、完成招新海报和视频的制作

时间节点	月份	负责人	事件	TO-DO
				3、在各大宣传平台进行招新预热，同时联系学校官方号及各大渠道进行转发
新赛季开始	11月	宣传经理	进行新赛季开始,与实验室的新赛季破冰活动	1、通过微信推文、B站等平台面向全校对实验室进行宣传 2、实验室日常记录 3、推送实验室铁人漫画创作
备赛期	12-1月	宣传经理	RoboMaster2024 赛季备赛	1.图文推送 2-3 篇战队日常,完成铁人漫画续集创作 2.出一期年度回顾总结视频 3、组织实验室运动会
寒假	2月	宣传经理	记录参赛队员在家备赛日常	1、寒假期间,创新线上宣传方式,通过线上抽奖互动,线上观看比赛视频等方式促进铁人战队的校内影响力,扩RoboMaster 赛事影响力 2、收集并记录队员寒假的学习和工作进度
联盟赛	3月	宣传经理	记录队员联盟赛参赛记录	1、收集队员参赛素材,记录队员日常生活,此时围绕整体备赛撰写推文 2、拍摄相关比赛视频 3、队服与周边制作

时间节点	月份	负责人	事件	TO-DO
备赛期	4-5月	宣传经理	记录队员备赛分区赛	1、收集队员备赛素材，进行分区赛前的大力宣传，同时联系校园官方号和各大渠道进行分区赛前的预热 2、记录和拍摄备赛中的调试等场景，用于后期宣传

5.2 商业计划

5.2.1 招商分析

战队研发经费主要来源于学校的资金支持，但由于数额不多，报账过程繁琐、到款周期长等原因使得战队“缺钱”情况成为常态。在此时倘若有赞助商在资金或物质上的支持，可以让战队将重心更多的放在研发打造机器人上。铁人战队为学校规模最大，支持力度最大的机器人创新实验室，在校内亦有较高的知名度，可通过战队宣传可以为企业带来巨大流量，在专业或其他领域吸引更多的关注，并且通过赞助可以塑造企业形象。

合作伙伴

- 招商对象**
从事经营科技产品研发行业、智能算法研发行业、汽车行业、餐饮行业、娱乐行业、公益领域、创意产业行业以及以“个人资助方式”提供一定资金、服务等自然人。
- 招商类别**
 - 冠名赞助商（一档，冠名费用40万起）
 - 品牌合作伙伴（若干席，赞助费用5万起）
- 赞助商权益**
 - 参赛队伍冠名权（冠名赞助商特有权益）
 - 赞助企业的商标图案和名称可在参赛战车车体或参赛队员服饰的特定位置上出现
 - 大赛期间参赛队员接受媒体采访时可对赞助企业进行宣传
 - 实验室微信公众号以及网站可对赞助商企业进行宣传
 - 在2018赛季期间，机器人实验室参加的活动均可体现赞助商企业的广告

关注我们以获得更多最新信息





IRON SPIRIT TEAM

西南石油大学-铁人战队

↑ 王峰-项目助理

📧 195130074@qq.com

☎ 13369454546

📍 四川省成都市西南石油大学明理楼C205

图 5-1 宣传单页



西南石油大学铁人战队

2024ROBOMASTER

招
商
手
册



ROBOMASTER

参赛队伍：西南石油大学铁人战队
参赛时间：2023.10—2024.8

ROBOMASTER 2024

图 5-2 招商手册截图

5.2.2 招商规划

（1）校友资源

大量校友就业于不同企业，利用好校友关系寻求资助。

（2）学校资源

学校为实验项目开设有项目基金，可以单独为可延展机器人（往届哨兵机器人延展为安防系统）申请项目基金。

（3）社会资源

在打造机器人的过程中碰触到许多相关企业、厂商，他们都是可发展对象；亦有一些教育机构例如儿童智能玩具开发商需要我们设计经验指导，亦是在合作范围。

5.2.3 战队招商优亮点

表 5-2 2024 赞助权益表

序号	赞助项目	说明
1	战队冠名权	获得西南石油大学参赛队伍冠名权限。
2	比赛媒体采访广告	比赛期间参赛队员接受不定期的采访时提及赞助商
3	队服广告	在队员队服上印上赞助商 logo 和名称
4	战车车体广告	所有战车车体上印上赞助商 logo 和名称
5	视频广告	在队伍宣传视频里鸣谢赞助商
6	战队指定使用产品	比赛过程中指定使用的相应产品或服务
7	校内外展位广告	校内外展位（双创周、校内展）展示时可体现的广告位置 (赞助商产品)
8	实验公众号广告	西南石油大学铁人战队实验室公众号的推送的广告位置
9	学校创新网站广告	西南石油大学铁人战队实验室的广告位置
10	校内外新闻宣传广告	校内外发布比赛新闻的广告位置

序号	赞助项目	说明
11	其他未列入项目	具体项目洽谈商定

6. 团队章程及制度

6.1 团队性质及概述

西南石油大学铁人战队正式成立于 2015 年，属于西南石油大学电气信息学院，战队成员有来自电气信息学院、机电工程学院、计算机科学学院等各个学院近 40 人组成的机器人科技创新团队。正如战队队名“铁人”一样，“无难不克的意志品格、积极刻苦的工作精神、严谨认真的工作作风”，这些铁人精神与大赛的“青年工程师文化”相互交织，队员们努力朝着成为机器人工程师的目标砥砺前行。

铁人战队经过近七年时间的技术迭代和制度更新，旨在于“培养一代又一代有兴趣、有情怀、有梦想的机器人工程师”。战队成立至今，具有较为完整的培养及管理体系，宣扬工程师文化，为在校大学生提供一个全球范围内的技术及管理的交流平台，同时不断展现出我们始终奉行的“兴趣使然，坚持助力，厚积薄发”的核心理念，以及积极向上砥砺前行的科研精神。战队内部以人为本，不忘初心，始终坚定刚进队伍之际的理想信念，并为之付诸于实干，传递着大赛所坚持的“初心高于胜负”的价值观念。

6.2 团队制度

6.2.1 审核决策制度

6.2.1.1 任务提出及研发流程

任务的提出、审核、研发流程，均有机械+嵌入式+视觉+管理层组成，需根据本赛季的比赛规则、机器人制作规划、赛季流程、队内情况等方面制定任务提出及研发的大体流程，并确定每项任务各组别所承担的任务内容及参与队员，使其项目之间环环相扣，将每一个大项目所输出的内容进行明确，再将大项目划分成为小项目，保证全员参与，有助于各车组成员确立一个方案提出及研发的思维体系，提升项目可执行度。具体任务提出及研发流程图请见图 6-1。



图 6-1 任务提出及研发流程图

整个备赛过程中，最有可能造成成本浪费的环节就是机械出图加工阶段，所以我队在今年的备赛过程中，重点把控了这一步，避免造成不必要的成本浪费，即出图审核，在出图时首先交由技术组组长进行审图，基本无问题后进行审图大会，审图大会主要包括指导老师、全体正式参赛队员、机械梯队等，一方面来确认图纸的各种设计都可以满足电控、视觉的要求，另一方面梯队也可以通过审图大会来学习设计思路，提前进行学习。如图 6-2 所示以英雄第一次审图为例。

模块化的出图例如英雄机器人的拨盘等仅需通过机械组组长的审核即可。

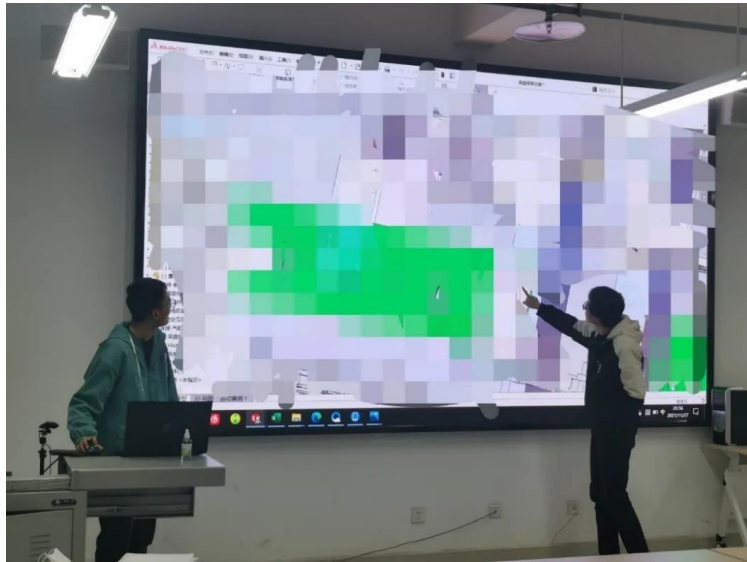


图 6-2 审图大会

6.2.1.2 测试体系流程

测试体系分为功能指标、测试内容、测试数据、测试结果、测试总结和成果检验五部分。其中在测试过程中需要进行视频记录，并保存至战队的服务器中。在测试结束后需在服务器中上传此次测试视频，并在 ONESwiki 文档中说明此次测试中所遇到的问题以及目前的解决方案等。具体测试体系如图 6-3 所示。

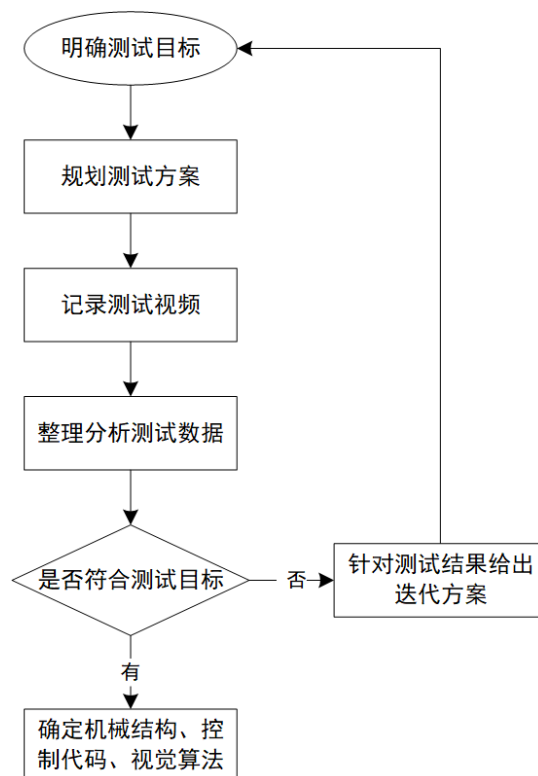


图 6-3 测试体系流程

(1) 明确测试目标

根据车组的项目需求，由车组负责人或各组组长制定符合比赛要求且满足队伍所需的功能目标，并明确所测试的达标数据。

(2) 规划测试方案

根据测试的模块难易程度，由车组负责人合理安排项目的测试周期和合适人选，考虑测试的合理性与高效性。

(3) 记录测试视频

根据测试方案，在测试过程中，需用手机拍摄测试全过程，最大程度上模拟真实的场地数据，使得测试视频的参考价值真实有效，并且在测试结束后，将测试视频上传至服务器与 ONESwiki 中，作为后期审核及进度追踪的参考依据，也为下一赛季做好迭代。

(4) 整理测试数据及改进结果

根据测试所得的数据，进行分析，要求从测试结果、所遇问题、改进方向至少三个方面进行数据的总结，并将其总结随测试视频上传至服务器中供队员参考。

(5) 成果检验

各车组负责人、各组长或管理层观看上传的测试视频、测试数据及总结，与其测试目标进行对比，观察是否达到预期成果。若达到预期效果，则确定其方案；若未达到预期效果，则分析其测试数据及视频，找出问题所在，并分析所提交的改进方案，做好优化迭代方案。

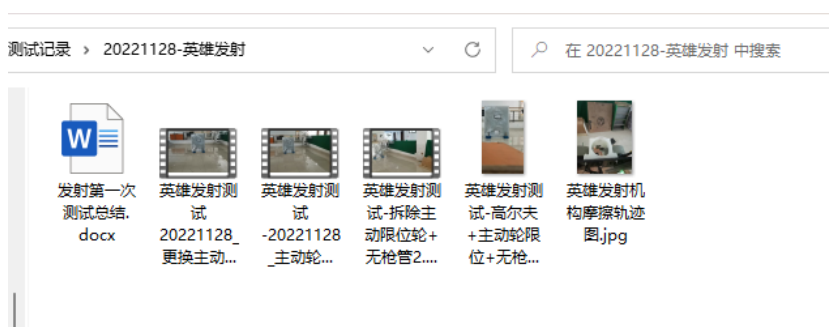


图 6-4 英雄弹道第一次调试服务器文件截图

整体上，效果不好，连续发射时弹丸落点散，两颗发射时相对上一颗在竖直方向上偏移较大

附件 (1)

 310FA33AB47B59D5B998480D17CC6FC2.mp4

附件 (1)

 286501C3C6DBD67B2C85088C98AEC77C.mp4

分析

1.去掉枪管

问题明显得到改善，弹道集中发射也比较准确，但存在左右偏移的问题，在速度一样的情况下基本向2

附件 (1)

 6A1569FBC51FF2129B705D59B936D38F.mp4

2.改变摩擦轮的速度

将左侧摩擦轮置零，弹道向右偏移大概5到10CM

将右侧摩擦轮置零，弹道向左偏移大概15到20CM

将两侧摩擦轮速度设置一样，弹道向左偏移15CM到25CM

图 6-5 英雄弹道第一次调试 ONESwiki 文件截图

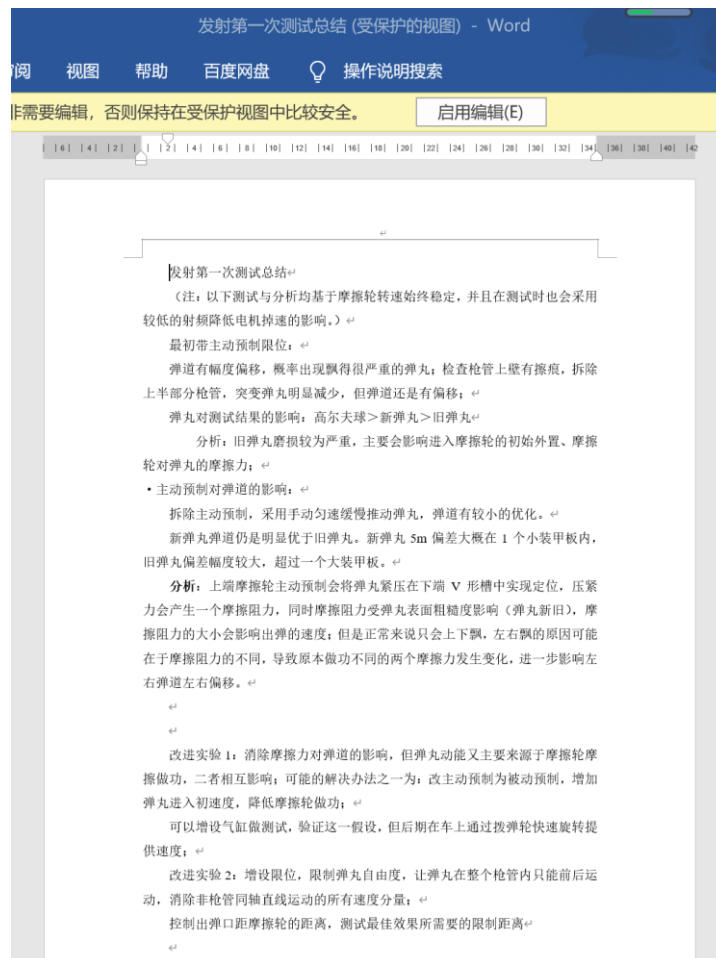


图 6-6 英雄弹道第一次调试总结文件截图

6.2.1.3 评审方式

(1) 评审项目完成度时，需有机械、嵌入式、视觉的负责人或管理层至少五人组成，根据提出的机构功能以及后期的控制/算法调试进行方案审核，需从客观角度上考虑外界因素、情感因素、工作时长、个人工作效率、任务完成度、主观能动性几大要素进行评审，其参考标准为各车组的时间规划轴。

(2) 在项目结点或重大时间节点时，由项管对完成情况进行验收，再根据此阶段的完成度确定下一任务的时间节点及任务内容。

(3) 在每周例会上会汇报已完成的任务量，并对照时间节点，由队长、项管、组别组长判断是否存在拖拉等现象，进行评价审核，并算入至队员考核中。

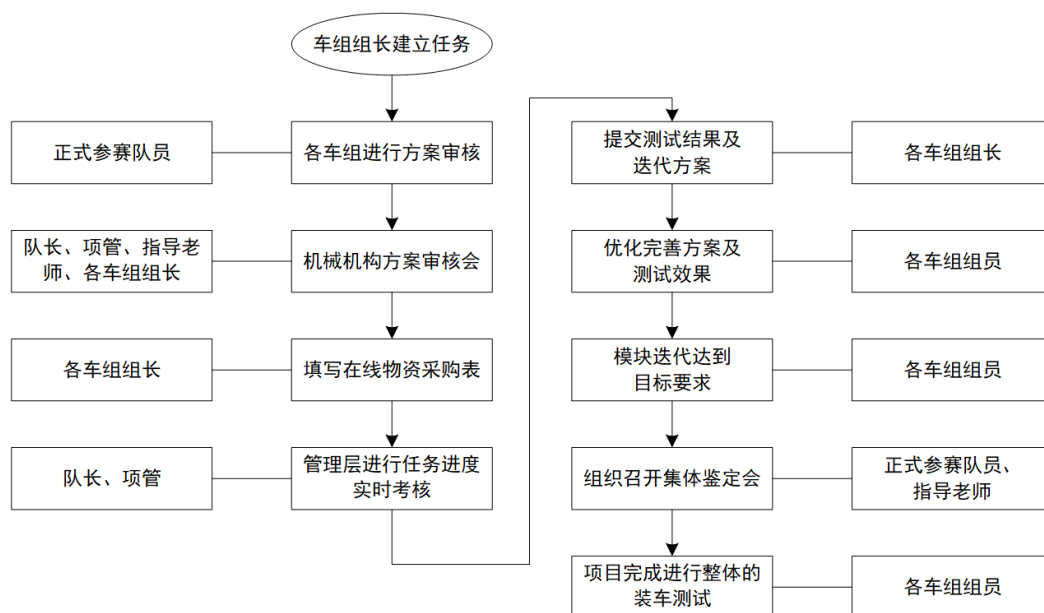


图 6-7 评审体系

6.2.1.4 进度追踪

(1) 每周例会进度追踪

每周例会由项目管理作为主持人，队长和全体成员均参加，会议会对正在实施的项目进行简单的汇报与检查，对项目开展进度较慢或性能不达标的将施加一定压力，提出修正意见。若存在较大问题，则在每周例会后，召开由队长、项目管理、各组别组长和各车组成员的车组发展会议，对其所遇问题进行头脑风暴，提出相应的改进方向，确定下一阶段的发展目标及方向，以最快的速度发现问题，并解决问题，避免进度的延迟。

（2）组别小会进度追踪

组别小会由机械组、嵌入式、视觉组、宣传运营组各组长每周至少召开一次，队长、项目管理可自行参与，主要对整体的组别学习及研发的进行汇总，汇报所遇到的问题，并提出解决方案，针对性的解决技术和运营方面的难题，并由组长做好整体的进度追踪，确保熟悉并了解所属各车组的专业模块的发展方面及目标。

（3）项管追踪

项管直接跟踪项目进度，可与队长一起参与实际的方案定制、研发、测试、组别小会等重要的安排，并在项目进程中把控其项目进度、人员安排及队员情绪，在推进的任务进程的下，注重人文关怀。

（4）周报追踪

各位队员需在每周例会前，编辑周报，将本周已完成情况与下周安排进行阐明，将作为项目评审、个人考核的依据，同时需要将个人的周报上传至服务器上，所有在队内的成员均可以通过 ONESwiki 与服务器查看各项目进展情况及个人的工作进展。



图 6-8 技术组 ONESwiki 进度时间表及工作汇报安排

6.2.1.5 结果验收

当队员认为负责的项目达到预期效果后，将在 ONESwiki 与服务器上记录，然后由管理层，即队长、项管、对应技术组组长和兵种负责人进行项目验收，当管理层均认定该项目达到预定效果后，该项目完成验收，如果管理层有一人认为项目未达到预期要求或对项目提出疑问，则项目认定为未通过验收，返回重新进行该项目的测试等。

6.2.2 人员制度

(1) 固定工位

每位正式队员拥有一个固定座位，个人位置由队长和各组长以团队任务分工决定。每位队员须自觉保持个人座位卫生，轮值打扫实验室公共区域。

(2) 出勤要求

实验室工作时间为 9:00-20:00，除了上课或特殊情况以外的时间都需要严格执行实验室工作时间；每周总工作时长最低为 40 小时（工作日 4 小时/天+周末 10 小时/天），不同组别会有细微差别。

(3) 绩效要求

每名成员绩效初始分为 50 分，扣至 0 分时有一次重置到 25 分的机会，若再次被扣至 0 分，将从团队中开除；绩效分为出勤部分以及任务完成质量部分：如无特殊情况，一个月有 2 周及以上违反上述出勤要求扣除绩效分 25 分；任务完成质量绩效分每周根据任务安排表进行核算，评分为 D 时扣 10 分。没有加分项，有重大贡献者酌情加分。

(4) 队内任务与学业任务分配

根据赛季时间轴，队员需在规定的时间节点内完成组长安排的任务，队员在完成任务后即可自由完成学业任务。在复习周、考试周，实验室则会放假，让队员有充足的时间进行备考。实验室积极鼓励队员们合理平衡比赛与学业任务。

6.2.3 会议制度

(1) 周例会制度：

周例会为全队每周都需参加的会议，考虑到全体人员的时间，例会时间定为每周四晚 19:00，由项目管理担当主持人。会议形式主要是：各组长进度汇报、下一周组内安排、机械图纸审图、预告下周实验室要举行的活动、重要物资购买事项及人员晋升的问题等，依照每周内容自行调节内容及时间长短。会议纪要由项目管理进行记录存档，并发至总群进行公示以及上传至服务器中。如图 6-9 所示。

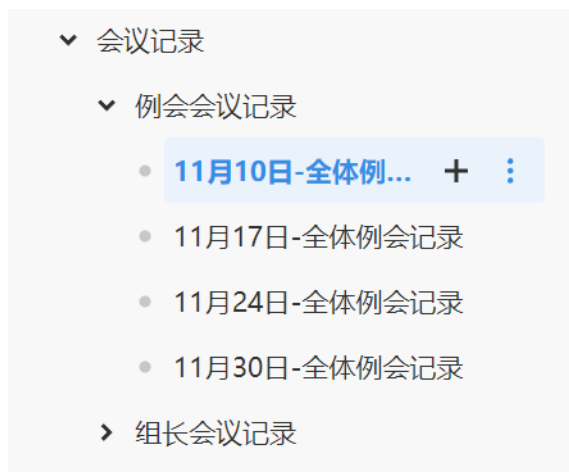


图 6-9 会议纪要的存档情况

(2) 组别小会制度:

各组别一周需进行（除全体大会外）至少一次小组会议，由组长担任主持人，负责会议内容，对队长下发的任务、上周任务完成度、下周任务进行具体分工，并接受组员的反馈意见及建议。会议纪要由车组负责人进行记录存档，并发至项目管理处留存，项目管理打印张贴下周进度并上传至 ONESwiki 与服务器中。

6.2.4 采购流程与支出制度

(1) 官方物资支出制度

若进行官方物资的采购（如：RoboMaster 官方物资、大恒相机等），需在每周会议上提出，并经全体成员同意后，由项管与指导老师申请物资购买及合同流程，若指导老师同意，则后期由财务负责物资采购的全部流程及注意事项。

(2) 非官方物资支出制度

23 赛季铁人战队为确保本赛季资金能明确，资金流清晰，且能够把资金里的每一分钱都花在刀刃上，使得资金的使用效率最大化，降低项目实施过程中的资源浪费，在本赛季初便制定了采购流程的制度，来约束以往物资采购混乱，账目不清，物资管理杂乱的现象。各车组仅有一名可拥有战队淘宝号的成员，一般为机械，进行物资购买流程（如下图所示）。

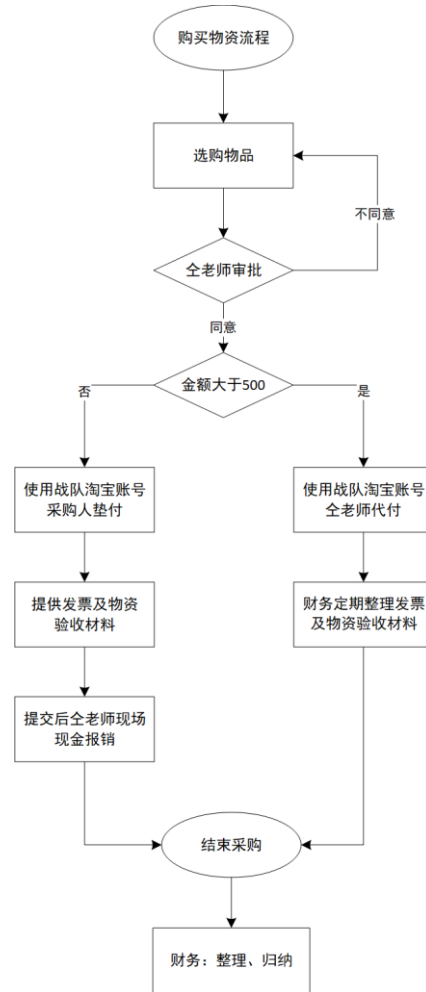


图 6-10 物资采购流程

(3) 支出记录制度

支出记录均由 2024 赛季所制定的“流水清单在线表格”进行记录。“流水清单在线表格”前半部分由采购的队员所填写，后半部分由财务经理或运营组队员所填写，包括了归档、报销等全流程，对于财务所处的流程更加明确，同时增设了物资采购车组、采购人定期的总结汇报，更有利于进行成本把控。同时购买后在 Ones 上进行备注，便于财务点对点进行财务报销工作。

(4) 财务追踪制度

技术研发会有周例会、车组例会等会议实时把控研发进度，同样要做好成本控制也必须从上而下全体参与，在进行这些会议时，财务也需要参与进来，因为研发工作是技术人员进行，在会议上定期汇报各车组的实际支出情况，也有利于研发人员进行合理的把控，以及部分车组出现未按照流程进行物资购买等情况也可以及时提出批评等。

周例会制度：在周例会中，财务主要汇报各车组的本周支出、累计支出、是否有不符合

或超出预算的情况等等，各车组进行记录，在设计中把握支出做好成本控制。

组别小会制度：在组别小会中，主要为进行成本控制的反思改进措施，成本控制并不是财务一个人的工作，而是所有人都需要去参与进行的。

6.2.5 物资管理制度

在战队实际运营过程中会由于物资管理不妥当会造成物资的丢失而产生成本的损失，故在进行了相应的制度规定以减少此种情况的发生。

6.2.5.1 物资管理规范

(1) 队内贵重物资，应存放于物资箱，并且上锁。需项目管理同意，方可申领使用。

(2) 队内应有物资管理电子清单，队中的所有物资（耗材，工具除外）均应记录在册，并能查询当前物资使用状态。

(3) 物资（耗材，工具除外）使用状态分为闲置状态、借用状态、领用状态、损坏状态。状态信息需要及时更新，损坏物资应及时报废。

(4) 队内物资（耗材，工具除外）的使用，须由使用者本人按流程进行借用或者领用。借用者应注明归还日期，领用者应注明物资的使用去向。

(5) 队内物资（耗材，工具除外）定有相关的责任机制，责任人应尽量保证所借用或者领用物资的完好性，不得无故损坏，不得丢失。若为自然使用损坏，则不追究使用人责任。

(6) 对于恶意损坏物资者，应按照物资对应市场价格，按新旧程度进行定损赔偿，拒不赔偿者，应解除战队内一切职务。

(7) 打印材料，玻纤板、铝管等耗材，应保证其拥有正常存货，并且放置在实验室规定位置，耗材的使用情况应定期进行统计清理，避免出现浪费耗材的现象。

6.2.5.2 物资箱管理

比赛准备期间所需的所有重要物资存放于特定的储物箱中。战队队员使用储物箱中的物资时必须填写箱子上的使用物资表，表上包括使用物资名称、队员名称、借用时间、是否归还等。

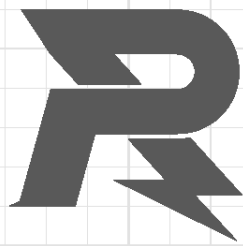
6.2.5.3 机械组工具管理

相较于上个赛季的工具使用制度，战队本赛季将实行新的使用规则。在上个赛季的工具使用中，机械组频繁丢失工具，对战队工具使用、管理产生极大挑战，经过队内意见交流，

战队决定给机械组配备专属的工具使用箱，箱内包括一定数量的各式工具。同时每周开战队例会前战队的物资管理人员都会对工具的种类和数量进行记录，如果检查时部分工具遗失，将由工具遗失队员重新购买遗失工具，并放于存储箱中。



图 6-11 机械组工具箱照片



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