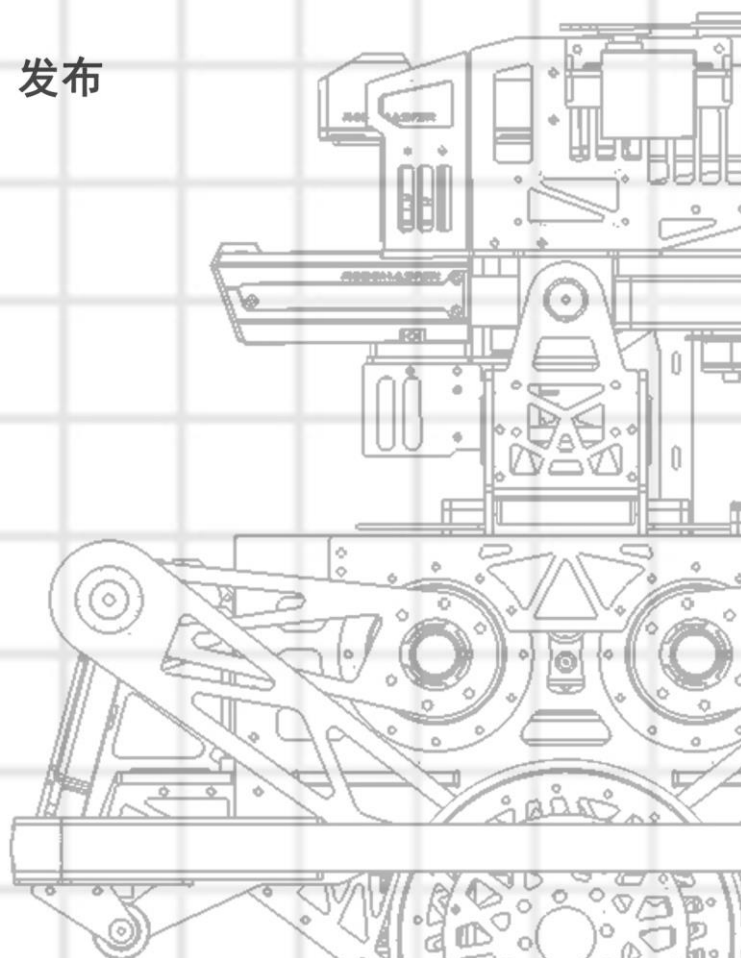
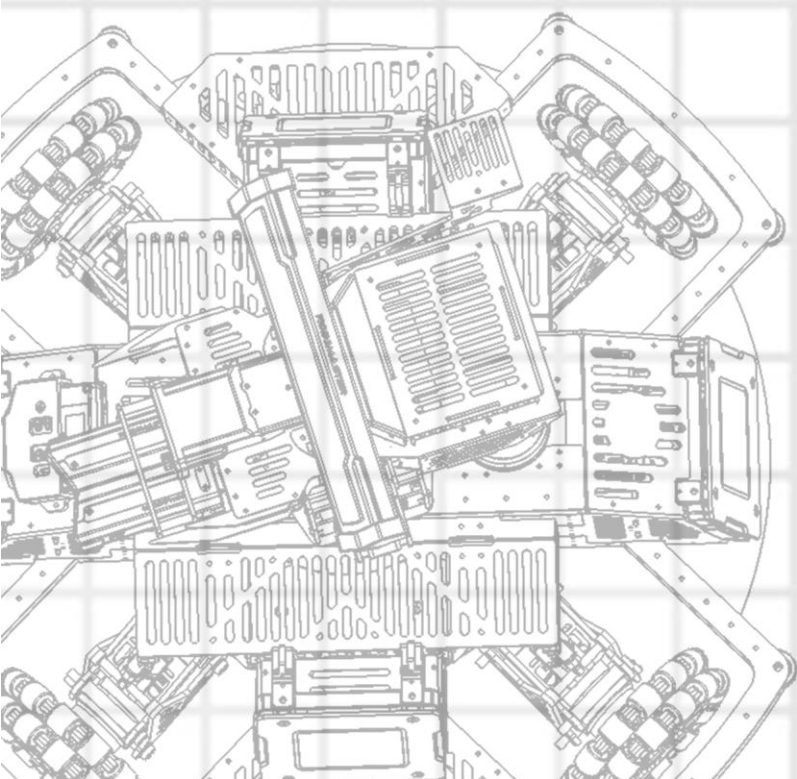


ROBOMASTER 2024 机甲大师超级对抗赛

赛季规划

PIP战队 编制 2023年12月 发布





目录

前言.....	5
1. 团队目标	6
1.1 团队情况分析.....	6
1.1.1 整体情况概览	6
1.1.2 战队可用资源	6
1.1.3 战队技术积累	6
1.2 赛季目标	8
1.1.4 成绩目标.....	8
1.1.5 团队建设目标	8
1.1.6 重大技术突破目标	9
1.3 制定依据与过程跟踪.....	9
2. 项目分析	11
2.1 上赛季项目分析经验.....	11
2.1.1 成功因素.....	11
2.1.2 问题与挑战	12
2.2 新赛季规则解读	13
2.2.1 整体规则解读.....	13
2.3 研发项目规划.....	14
2.3.1 步兵机器人	14
2.3.2 平衡步兵机器人.....	24
2.3.3 英雄机器人	32
2.3.4 工程机器人	36
2.3.5 哨兵机器人	45
2.3.6 空中机器人	51
2.3.7 飞镖系统.....	59
2.3.8 雷达	66
2.3.9 人机交互.....	70
2.4 技术储备规划.....	76
2.4.1 通用技术储备.....	76
2.4.2 特定种技术储备	84
3. 团队架构	86
4. 资源可行性分析	95
4.1 可用资源分析.....	95
4.2 协作工具使用规划.....	95

4.3 研发管理工具使用规划	97
4.4 资料文献整理	99
4.5 筹集资金计划及成本控制方案	99
5. 宣传及商业计划	101
5.1 宣传计划	101
5.1.1 宣传目的:	101
5.1.2 宣传规划:	101
5.1.3 周边规划:	102
5.2 商业计划	102
5.2.1 招商目的	102
5.2.2 招商需求	102
5.2.3 战队资源优势	102



前言

本报告由 PIP 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	张日升	刘天瑞	刁敬源	曹博淳	林天朗
硬件	柳子祺	黄钰洲	刁敬源	朱嘉骏	林天朗
软件	林天朗	佟彬赫	朱嘉骏	刁敬源	赵则璇
算法	刘子赫	高颢嘉	杨嘉鹏	牟昱东	赵则璇
管理	高颢嘉	徐若彬			
宣传	徐若彬	李东阳	高颢嘉		
商务	李东阳				
封面设计	高颢嘉				
格式整理	高颢嘉	徐若彬			

1. 团队目标

1.1 团队情况分析

1.1.1 整体情况概览

在 2023 赛季中，我们承认队伍的表现并不理想，尤其考虑到我们是首次参加线下的超级对抗赛。这一挑战意味着我们需要更多的学习和进步。备赛期间，我们遭遇了一些客观因素的干扰，技术方面没有取得显著突破，机器人的稳定性也需要改善。此外，一些原计划中的目标未能达到预期效果。然而，我们汲取去年的经验教训，积累了备赛和比赛期间的宝贵经验，以便在新赛季重新发挥更强的实力。总结起来，我们的座右铭是“稳中求胜，勤能补拙”。首要任务是确保地面机器人和现有的装备在高强度比赛中能够稳定运行，避免出现问题。其次，我们将专注于开发稳定地新技术，确保它们拥有较高的回报率，以免在开发效果有限的技术上浪费时间和资源。

1.1.2 战队可用资源

在资金方面，我们在这个赛季有约 10W 元左右的资金，资金来源主要为指导教师科研经费与国创项目资金。

在人力方面，主力队员集中在队委会当中，队委会由 11 名有参赛经验的主力队员组成，包括技术组组长与兵种组组长。其中，机械组 1 人，电控组 5 人，算法组 3 人，硬件组 1 人，招商宣传组 1 人。队委会内所有人员均可参与到机器人研发工作当中。除队委会外，还拥有正式队员 10 人，分布在各个技术组。正式队员以外，还有 23 赛季能够参与研发的顾问两名。

在场地方面，我们拥有一间 80 平的实验室，具备焊接、3D 打印和简易的板材加工技术。

1.1.3 战队技术积累

在技术积累方面，目前战队存有步兵机器人三辆，平衡步兵机器人一辆，英雄机器人两辆，工程机器人一辆，哨兵机器人一辆，无人机一架。在各兵种的基础技术方面有一定的积累，可以保证所有机器人的基础运行。

1.1.3.1 电控组

在电控组的技术积累上，我们的地面机器人代码拥有很高的通用性，经过几个赛季的改良，也拥有了很强的可读性和可维护性，我们一直以来使用的代码通过不断的迭代传承至今。现有的代码可以保证每一台地面机器人的基础功能与完整运动，使用方便，只需修改部分参



数就可以适配其他地面机器人。在新队员的培养上，电控组组长制作了系列教程供新队员学习，电控组的招新培养计划也逐渐开始形成体系。

在上个赛季当中，电控组组长也开发出了新的云台控制程序与自瞄程序，机器人整体的控制稳定性获得了很好的优化。电控组副组长也开发出了板间通讯的新协议和新的超级电容控制路径，为新赛季的电控技术开发打下了非常良好的基础。

现阶段电控组的主力队员都拥有非常强劲的研发实力与赛场经验，也是整个队伍的顶梁柱，主要缺少能够接手现有机器人维护与优化的新主力队员。在 24 赛季前期，这也是电控组需要着重培养的。

1.1.3.2 机械组

这赛季我们的机械技术传承相对上个赛季略有欠缺，但是在老队员当顾问的情况下，使新赛季的机械技术积累不至于有较大差距的断代。我们现存的机械技术积累有快拆轮组、通用底盘、半下供弹云台、下供弹英雄等创新技术，以及全向轮、麦轮底盘以及轮腿步兵的设计图纸。基于现有的机器人以及图纸，保证了我这个赛季可以达到参加超级对抗赛的最低标准。我们也将基于现有的技术与平台，对已有机器人进行迭代的同时，基于机械技术积累设计全新的机器人。

在上个赛季中，机械组也设计出了领先版本的全向轮下供弹双枪哨兵和轮腿平衡步兵，其设计和实现效果都非常成熟，使得我们这个赛季只需要对现有机器人进行机械迭代即可，免去了重新设计的步骤。

1.1.3.3 硬件组

24 赛季是我们队伍第一次将硬件组独立出来，前期硬件组归属于电控组管理，随着硬件组职能与产能的不断提升，队委会也决定将硬件组单独成组。上赛季中，硬件组根据开源方案产出了高速无线 LINK，大幅提高了电控组的机器人调试效率。上赛季末硬件组也开始了仿制装甲板、自研主控板、超级电容版以及自制升降压板技术的开发。这些技术在开发过程中，硬件组的队员也积攒了很多的经验，包括精细的焊接技术，超级电容的基本开发原理、与功能性电容板的设计。

目前硬件组的力量正在不断壮大，基础技术积累也更加的扎实，硬件组的存在将使战队的新赛季如虎添翼。

1.1.3.4 算法组

在过去的两个赛季当中，算法组主要承担自瞄装甲和能量机关识别的任务，在历届学长

的技术积累当中收获了以下技术积累

目前 RM 当中自瞄算法主要分为以 OpenCV 为代表的传统视觉和以卷积神经网络的深度学习识别。在传统视觉方面，技术积累主要体现在图像的前期处理以及对于复杂光线和环境的抗干扰能力，运用 OpenCV 内置的处理函数可以显著提高被预测图片的识别效果，同时提高在赛场的识别速度和鲁棒性。

在深度学习方面，主要技术积累在于完整的神经网络训练和预测流程，例如在 23 赛季使用的 Yolov5 + TensorRT 的神经网络的预测框架，有效的提高了对于友军和非击打目标的识别精度，避免误伤和弹药消耗，同时也提高了神经网络的识别速度。

同时在与电控等组别进行联调时，也初步掌握了串口通信，卡尔曼滤波以及最优决策等相关技术，有助于进一步提高算法的识别效率和准确度。

1.2 赛季目标

1.1.4 成绩目标

22 赛季，由于疫情的影响，我们止步于复活赛，没有能够参与到线下比赛也成为了很多老队员的遗憾。23 赛季，仍有一半的备赛时间受到了疫情的影响，对研发和训练造成了很大的冲击。加上技术断代，传承不到位，规划混乱等各种主客观因素，机器人的性能距离我们的预期标准相差了很多，在新技术的研发上也落后了很多。在 23 赛季的北部区预赛重，我们的成绩十分不理想，止步于 32 强。

塞翁失马，焉知非福。第一次线下参赛虽然失利，但也留下了一批火种，一批拥有了赛场经验，有了更加坚定目标的新一代主力队员。杀不死我们的只会让我们变得更强。在综合整体实力、历史成绩、现有队员能力后，我们这个赛季的最高目标是在区域赛的小组赛中成功出线，进击全国赛三十二强。次一等的目标是能够成功进入复活赛，通过复活赛进入到全国赛当中。全体队员一致认可的最低标准是在分区赛中至少获得一整场比赛的胜利。

1.1.5 团队建设目标

23 赛季由于各种客观原因的影响，我们并没有将很多的精力投入到团队建设和文化建设当中。在对 23 赛季整体复盘的时候，我们也意识到了问题，因此，团队建设也是战队 24 赛季的重要项目。现阶段，我们总共有约 70 名登记在册的队员，其中 11 名主力队员，10 名正式队员、20 余名梯队队员、数名正在学习当中的实习队员还有 6 位高年级技术顾问。

在现有的团队中，我们有 11 名核心成员，全部全参与过线下比赛，对比赛也有比较深刻的了解，有较强的研发和实践能力；并且彼此之间关系融洽，拥有很强的团队凝聚力。基于

现有情况，我们的目标是在现有的核心成员基础上，由核心成员带头，培养出至少 10 名新一届的核心队员，同时拥有较强的研发能力，能够继承并发展现有的技术，同时保持良好的队内关系。

在梯队队员方面，我们有大约 20 名已经在队内学习了至少半年时间的梯队队员，我们也将 23 年底对这一批队员进行考核，挑选出有能力、有坚定的参赛意愿、有团队合作精神的队员进入正式队员的行列，并让他们形成新的技术主力团队。在梯队队员学习期间，我们会让技术组组长进行培训，兵种组组长下发与其技术能力相符的任务，以此在稳固梯队队员的技术基础的同时，也能够培养出更多有热情和和实践精神的青年工程师，在 Robomaster 的赛场上散发光芒。

1.1.6 重大技术突破目标

对于我们现阶段来说，本赛季重大技术突破目标首先是雷达导航与定位技术，然后是基于传统算法的稳定、高命中率的自瞄技术。

23 赛季由于经费原因与人员上的不足，我们没有足够的力量完成哨兵导航技术的开发和雷达站的设计。但是本赛季战队内有了掌握一定相关技术的队员，也有了足够的时间和较为充足的经费进行开发。我们希望能在这个赛季能够在哨兵导航技术和雷达定位技术上在这个赛季能有重大的突破。

我们的目标是在这个赛季能够让哨兵使用雷达做到仅在少量人工干预的情况下实现自主路径规划和自主决策功能，同时设计出雷达站能够基于激光雷达和深度相机，实现战场整体态势感知和对敌方机器人的目标捕获。

在瞄准算法上，通过传统算法与深度学习两种技术的结合，在实现稳定识别并自瞄击打大、小装甲板的条件下，完成对大能量机关的自瞄算法开发和视觉兑矿技术的开发。

1.3 制定依据与过程跟踪

以上目标的设定是基于战队内现有的技术积累以及人力资源考虑而设定的。而在队伍管理方面，我们也在上个赛季的末尾开发出了一套更加人性化、更加合理的战队管理制度，经过几个月的初步试运行，队员们一致认为效果较为良好并且可继续使用下去。在现行的战队管理制度下，我们有决心可以稳步高效地完成本赛季设立的目标。

在队伍整体管理方面上，我们要求技术组和各个兵种组每两周需要至少召开一次组会，队员们在组会上汇报一段时间内的工作内容和工作进度，并由各个组组长安排下一阶段的任务目标。在组会结束后，各组组长也需要向队长和项管汇报整个项目的大体进度，并由项管

进行进度记录。各个兵种组组长也是每个兵种下发的任务的第一责任人，在项目出现进度问题或者质量问题时由队长和项管直接向兵种组组长问询。

除开技术组会议，在现行制度下我们还有全体大会和队委会会议，全体大会每个季度召开一次，由队长和项管简述这个季度内的整体情况，由各个兵种组和技术组组长陈述研发工作和项目进度，再对下一个季度的任务和研发内容做出规划。而队委会会议上需要多以主力队员参加，包括队长、项管、招商经理、技术组组长和兵种组组长。队委会会议的内容主要是对一些重大事项做出决策，包括某一个兵种组的开发方向、某一个项目成本的规划、某个项目的立项、某个项目的验收、队员职位的升降等等。

战队的整体进度由队长和项管进行管理，不同的项目和任务有各自的项目书与任务书，项管通过任务书和阶段汇报表进行整体的进度监控，最终由队委会验收一个项目合格并且可以宣布项目完成。



2. 项目分析

2.1 上赛季项目分析经验

通过对上个赛季的整体备赛过程的复盘和分析，我们总结除了一下经验：

首先，想要在超级对抗赛上取得成绩，不能仅仅依靠主力队员，还需要其他队员的共同努力。在日常任务规划上需要将每个任务的时间点更加明确，为每个任务分配好组织者和负责人，强化在任务实现过程中各组的联系和配合。在这一个过程中，我们清晰地认识到了团队凝聚力、良好的任务分配和高执行力的作用，同时也收获到了很多的团队管理经验，提升了团队管理能力。

其次，每个队员对比赛的熟悉程度和技术能力、综合素质对整个战队的发展和最终比赛的走向都有着十分重要的作用。23 赛季因为招新和培训部分的不足，导致了各技术组的技术核心人员十分短缺，一直处于一个正式队员负责一整台机器人的情况。这种情况为数不多的好处就是为 24 赛季培养出了一批技术过硬的技术开发人员，收获到了很多宝贵的开发经验。有了和核心技术人员，我们在这赛季就可以采用核心技术人员开发和拓展新技术，正式队员调试，提高机器人稳定度，梯队队员在任务中不断学习的工作体制。这种体制有利于我们每个队员的技术积累，并且增加战队的技术人才储备。

最后，第一次登上超级对抗赛的赛场，在赛场上每个队员获得的经验和经历都是非常宝贵的财富，这也为我们在参加超级对抗赛的道路上能够越行越远打下了坚实的基础。在赛场上能够沉着冷静地应对各种突发状况，做到处变不惊，对于战队的每一个队员来说都是不可或缺的能力。这个赛季，我们终于有了充足的实战经验，相信凭借着这些经验和每一个队员的努力，2024 赛季 PIP 会在超级对抗赛的赛场上走的更远。

2.1.1 成功因素

虽然 23 赛季我们还算是一支初次准备参加超级对抗赛的非甲级队伍，但我们仍旧期待能够在北部区域赛中脱颖而出，进击十六强并最终进入到全国赛中。因为比赛规则的变更还有对战队整体水平的要求，我们在原有的基础上制作了自动哨兵，平衡步兵和全新的英雄机器人以应对难度和强度都越来越高的超级对抗赛，为这个赛季的目标打下了基础。

在第一次线下真实地参与超级对抗赛以后，我们才真正意识到了自己的问题所在，找到了所需要改变和努力的方向。总而言之，第一次现场参加超级对抗赛，首次在超级对抗赛的舞台上亮相，我们收获了很多，队员们都获得了很大的成长，在技术和心态上都取得了很大的进步。虽然未能实现我们原本的目标，但我们相信，只要不断前行，在失败中收获经验，

在技术和团队上不断地磨砺自己，在 2024 赛季我们终将拥有并实现更加远大的目标。

2.1.2 问题与挑战

上赛季有部分兵种没完成技术目标的原因基本可以归为两种原因：赛季初时规划的不合理和赛季中期时间安排问题。

其中，赛季初时规划的不合理是难以避免的。因此，合理规划的重点在于战队是否能在中后期对初期规划的不合理及时地做出正确的调整和补救。在这一方面，我们战队有着较好的表现。队员们一整个赛季都在不断学习、进步，及时发现赛季初期确定赛季目标的时候的不足并改正。其次是在赛季初期，战队需要仔细研读规则，实施关注赛季后程的规则变动。对规则的正确解读，有利于更加正确地了解机器人设计需求，从而确定正确的设计方向，减少不必要损失。

赛季中期时间规划不合理影响了我们设计机器人和调试的进度，使各项任务的完成时间十分紧迫，从而导致设计质量下降，应对外界突发状况的能力大打折扣。比如，我们无法针对北京疫情的突然爆发做出最优的反应，导致部分调试、测试任务难以完成。

在比赛经验方面，从参赛流程来说，我们意识到了提前准备形成并做好规划表的重要性。由于北部区域赛的时间与绝大多数主力大二大三队员的期末考试周重叠，导致许多队员不得不分批分次出发，使用考试周之间周末的空隙奔赴赛场参加比赛。这也使得在预检录，场地适应性训练，和第一场正式比赛等阶段我们的人手非常稀少，许多物资没有运送到位，机器人状态也十分不佳，直到正式比赛第二天，大二大三的正式队员们赶到赛场，队伍整体的紧张情况才有所好转。正式队员们都是通过这短短的几天比赛努力地去记忆比赛的流程、过程以及各种需要注意的事项，以此来增加队员个人和整个队伍的参赛经验。总的来说，虽然我们的队伍在参加整个分区赛的参赛过程中充满了艰辛与狼狈，但同时每一位队员都收获到了非常多的赛场经验，这是在以前的线上比赛和线上评审从未有过的。有了这次分区赛的参赛经验，我们就可以为以后的每次比赛做更多，更加充分的准备，让在赛场上茫然、不知所措、准备不足、安排不当的情况都消失在 2023 赛季。

成绩方面，我们在分区赛中的表现没有达到预期。在赛场上也发生了很多的突发状况。包括抵达赛场后英雄机器人出现了上下控制板通信断连，哨兵遥控器断连，无人机无法通过检录，飞镖无法更改颜色等等问题，加之人手不够，很多问题也不得不被带到了赛场上，导致每台机器人在赛场上都存在着或多或少的技术问题。这些问题也很大程度上影响了机器人的稳定性和赛场发挥。还有就是操作手平时操作练习较少，和机器人磨合度不够的问题。操作的不熟练会导致在攻击，战术安排，防守等行动上的执行力低下，出现打击前哨站不精准，

面对对方步兵的近距离攻击无法做到有效的回避。在战术安排上，我们会观看对手的历年对抗赛表现和现场的表现制定相关的，有针对性战术。包括如何处理对方的英雄机器人，如何取矿使得经济能够最大化，如何应对对方步兵的大规模进攻等等，但是也因为平时训练的不足和机器人稳定度的不足会导致战术无法正常地施展。这也是以后我们要注重改进的问题。以上种种问题的堆叠导致了在赛场上队伍的整体表现不佳，成绩也不是十分理想。在赛后我们非常需要进行总结和反思。

在团队管理方面，我们也针对过去队伍中所发现的问题做了很多的改变，在团队管理上也有了很大的进步。以前的问题包括队员关系不和谐；各技术组之间较为独立，平日训练中的交流和沟通较少；队伍执行力较弱等等，同时也存在着技术传承不足，前辈们的技术在新队员中无人承接的情况。针对这些问题，我们优化了队内的各种条例，以促进各技术组在工作时的沟通，营造良好的战队氛围。其中实行的措施包括工作量化指标制度，通过量化每个人的工作量来对工作总体情况进行评定。同时新队员们在战队之中不断学习，不断实践，在技术方面也得到了非常大的进步。部分新队员在老队员的技能传授和经验分享下已经能够独立完成任务。经过超级对抗赛的熏陶，新加入战队的队员们了解到了战队的意义是什么，战队的目标是什么....我们战队的战队凝聚力也有了空前的提升。

从整个 23 赛季来看，技术扎实的技术组成员和训练场地的缺乏是这个赛季所面临的最大问题。在下赛季，我们会针对以上问题积极调整，并积极总结这一赛季的经验教训，将战队的优良传统传承给下一赛季的队员们。相信我们在 24 赛季会做的更好。

2.2 新赛季规则解读

2.2.1 整体规则解读

新赛季的规则改动集中在战场地图和比赛机制的调整上，这两个方面对参赛机器人的设计和操作都提出了新的挑战。首先，我们来看地图的变化，其中最显著的变动发生在资源岛和环形高地。

资源岛的变化使得矿机的运作方式发生了重大改变，从之前的开放采矿转变为在半封闭空间内进行。这要求工程机器人必须配备更灵活的末端执行机构和卓越的控制算法。银矿石数量的减少到 3 个，使得经济来源不再仅仅依赖于银矿，而金矿变得更为重要。因此，轻便灵活的机械臂成为新赛季的必备机构。

另一个显著的地图变化发生在环形高地，它与飞坡落点的公路路段合并，增加了进攻和防守的可能性。对手拥有飞坡能力的英雄能够直接到达高地，对己方基地进行吊射，增加了

防守的难度。同时，隧道的设置为小型步兵机器人提供了额外的进攻和防守选择，例如共轴麦轮步兵能够在隧道中保持安全，进行攻击或者防守。

在机制层面，弹丸补给站减少到一个，后备补给量大幅减少，这要求机器人具备更高的精准打击能力。自瞄系统的稳定性需要增强，以减少弹丸的浪费。此外，工程兑矿时间过长将受到收益衰减的惩罚，因此机器人操作要变得更加熟练迅速。视觉兑矿算法的应用将有效减少操作时间，而自定义控制器的制作能够提高矿石兑换效率，同时简化机械臂操控的复杂性。

经济体系也发生了变化，基础金币量增加，远程兑换弹丸和买活的花费降低，使得在正常获取矿石的情况下经济压力减轻。此外，大符的增益 buff 相较上赛季有了明显提升，高环数拿下打符将具有极大的战场影响。等级体系的调整使机器人的数据上限提升，取消了弹速优先，满级后两种类型机器人的性能将趋于相同。这一改动将在后续规则细节分析中成为关注焦点。整体而言，新赛季的规则变化要求机器人设计更为全面，操作更为灵活，为参赛团队带来了更大的挑战和机遇。

具体规则解读请详见各兵种组详细分析。

2.3 研发项目规划

2.3.1 步兵机器人

2.3.1.1 规则分析

与 2023 赛季相比，2024 赛季与步兵机器人相关的规则改动规则调整主要集中在下列几个方面：

- (1) 增加半自动控制方式；
- (2) 血量远程兑换与立即复活次数从限制每局两次更改为次数不限，且兑换消耗金币数下降，血量远程兑换消耗金币量相对于上赛季的 50%；
- (3) 取消机动枪管概念，每台步兵机器人有且仅有一个固有的 17mm 发射机构；
- (4) 取消 17mm 发射机构“弹速优先”属性，现有类型爆发优先与冷却优先的弹速初速度上限均改为 30m/s；
- (5) 补给站可兑换 17mm 弹丸数量从 1500 发/场大幅下降为 400 发/场，且补给站数量减为一个；
- (6) 能量机关增益改变，且大幅提升大能量机关激活总环数大于 35 环以上的供给增益，最高攻击增益增加到 500%；



(7) 远程 17mm 弹丸兑换次数限制更改为次数不限，且价格为 23 赛季的 87.5%；

(8) 在 R2 环形高地新增隧道，长度 1504 毫米，宽度 550 毫米，高度 450 毫米。

对于规则改动 (1)，为步兵提供了更多的操控方式，虽然操作手只能用地图标点的方式控制它，减少了一些灵活性，但其能够额外获得两倍的的经验加成，可以加快了升级速度，更容易对敌方形成等级压制。

对于规则改动 (2)，步兵的战场生存能力极大提升，只要经济足够充足，可以多次复活与兑换血量，这在队伍整体组织进攻时非常实用，有助于被击毁机器人快速回到可战斗状态。同时，这样也会使每局战斗的节奏极大加快，这也对机器人在激烈对抗下的稳定性提出了极高的要求，只有在恶劣工况下依然保持正常功能才能持续掌握主动权，而不是在比赛中因自身机械电控原因发生非战斗减员。

对于规则改动 (3)，主要是取消了双枪步兵在赛场中的应用，对于上赛季已将 17mm 发射机构安装在无人机上没有在步兵采用双枪相关设计的队伍来说影响不大，且基本均衡了各队伍的枪口冷却能力。

对于规则改动 (4)，弹速统一提升至 30m/s，使弹道更为的平直，更利于弹道结算与视觉自瞄任务。

对于规则改动 (5) 和 (7)，步兵每场除去预装弹丸后可补充弹丸大幅减少，同时远程兑换弹丸的价格降低，这意味着远程兑换弹丸将成为新赛季主流兑换方式，而这也对新赛季下步兵的弹舱容积提出了极高的要求。另外，除兑换站外的补弹方式也在允许范围内，这为我们留下了很多创新的空间，比如工程机器人在抓矿以外作为本方的移动补给站扫取赛场地面弹丸使用合适的方式分发给本方的地面兵种，在突破规则限制的同时极大的节省了返回基地附近补给站补充弹丸的时间，使本方的进攻节奏更快，极大获得战场主动权。

对于规则改动 (6)，首先，全队在激活小能量机关期间获得的经验上限大幅提升，从 100 点上升至 800 点，且来源更为丰富，从仅伤害转化来源拓展为所有可获得经验的来源。其次，大能量机关可激活次数从 1 次更改为 3 次，且新增了打榜制度，即打的越准，越不容易失去当前已获得的增益，并且可以在对方激活大能量机关后继续完成激活任务夺走对方已获得的攻击力防御力增益效果。这对于队伍步兵机器人对于打击能量机关时的识别和解算速度和精准度提出了更高的要求，不仅要打的快，更要打的准，以免失去已获得的增益。

对于规则改动 (8)，赛场地形发生改变，为双方机器人提供了一条全新的进攻路径，即穿过双方的隧道和荒地区起伏路段快速到达对方哨兵巡逻区域及基地前方发动奇袭，获得难得的战场主动权，并且在这过程中可减轻本方防守压力。然而，隧道高度 550mm、宽度 450mm 的尺寸对于步兵的设计提出了小型化的要求。然而，23 赛季的步兵云台尺寸略微高于隧道，

底盘宽度与隧道宽度几乎相同。因此，新赛季步兵机械结构的精简化也是重要的改进方向之一。

总而言之，步兵获得了更多获得血量、经验的途径，并细分了经验区间，提高了增益的上限。而与之而来的是对步兵的机械、电控和算法更高的要求，唯有提高速度和稳定性才能获得整场比赛的主动权。

2.3.1.2 功能需求分析

功能	需求分析	基本设计思路	
稳定 快速 运动	底盘抗扰性强，结构稳定，减震性能好，操控响应速度快	采用更加合理的悬挂设计，增强步兵对不同地形的通过性。	
		合理规划电控元件排布，集中分配重心，增强飞坡能力。	
		设计合理连接件加强结构件的强度，增强抗碰撞能力。	
		采用能对抗扰动进行观测和预测的控制算法控制底盘电机。	
		配合超级电容探究更加高效的功率控制算法，使机器人在不同等级和增益下均获得其应有的功率输出。	
		探究更多的操控方式，如运用图传链路而非遥控器进行遥控，避免赛场复杂电磁环境下遥控器信号丢失情况。	
		对主要传感器模块进行屏蔽，避免电磁干扰。	
		设计合理的弹舱结构与供弹方式，使尽可能多装弹丸的前提下减少对机器人本身底盘云台控制系统的影响。	
	隧道通过能力		将步兵尺寸限制在合理范围，并对电控元件进行集成化设计，较少占用空间。
			设计合理导向结构方便操作手操纵机器人经过狭窄空间。
使用摩擦轮温度反馈系统，尽可能减少温度对于弹速的影响。			
设计新的摩擦轮机构，探究多种摩擦轮电机方案，实现对于弹速的稳定控制。			



	云台控制稳定且响应时间短	设计电控集成度高，轻量化的云台，降低控制算法设计的难度，减少维修难度。
		采用抗扰性较高的控制算法对云台的航向轴及俯仰轴进行控制，并配合设计相应重力补偿算法消除机器人抖动对于云台的影响。
		采用更高精度的角度传感器，保障对航向轴角度的精准反馈。
	自瞄算法稳定精准	换用远距离图像识别分辨率高的工业摄像头方案，或探究对于距离测算更精准的摄像头方案和算法。
		设计能量机关击打算法，保障能量机关击打的速度与精准度。
		设计新的装甲板视觉识别与预测方案，保障开启自瞄时对不同距离物体的跟踪速度，且能在一定程度上实现反小陀螺运动姿态的能力。
	操作手界面辅助信息显示全面	设计合理全面的界面为操作手提供辅助信息。
自动化	提供自动化威胁评估程序方便操作手确定打击目标与战术	采用合理的传感器与雷达数据对周围的敌方机器人进行识别，配合合理的界面提示操作手周围环境的威胁程度与伤害来源。
	半自动操控	配合激光雷达、深度相机及合理的建图与路径规划算法实现全赛场的建模与坐标化，以便操作手通过小地图实现步兵全场导航。
快速维修维护	方便机械、电控与视觉组组员对各组所属部分进行快速检查与维护	设计合理清晰的指示灯对各部分运行情况进行显示。
		制定完善的步兵维护检查手册，让各组的检查有据可依。
		设计合理的结构减少拆装时间。

2.3.1.3 改进方向

组别	改进部分	具体改进思路
机械	底盘部分	设计采用碳纤维板材和管材的步兵结构，并通过合理的镂空设计尽可能减轻重量，实现结构的轻量化，减少飞坡时的功率消耗。
		采用独立液压悬挂的方案，提高对不同地形的通过能力，并保证四个麦轮在场上任何时刻均与地面接触，保障运动解算的精确度。
		探究更多的底盘构型，如全向轮和舵轮，使本队机器人选择更为多样化，可针对不同场次的特点选用不同构型的机器人。
		合理规划、电控模块及元件、裁判系统、线缆的排布位置，并尽量使用 PCB 板代替线缆，提高集成化。另外，设计合理的结构保护线缆，防止底盘运动部件损伤主要线缆。
		对底盘四轮的 M3508 电机、C620 电调及其配套连接线进行合理的保护，如使用板材拼接底盘轮组专用保护壳，以防飞坡、通过复杂地形时悬挂的上下移动或外侧弹丸击打对轮组和电控元件造成损坏。
	云台部分	轻量化设计云台，采用以碳板为主的结构设计，在保证强度的同时镂空以减轻重量，并集中分配弹仓和云台的重心，减少控制算法设计难度。
	供弹及发射机构	探究大容量弹舱方案，尝试更大储弹量的下供弹方案及中置供弹方案，逐渐淘汰会对云台控制系统辨识参数造成影响且储弹量较少的上供弹方案。
		设计较少弯曲和活动的供弹路径，并保证弹路到预置弹丸处的弹丸数量为整数个，实现弹丸流畅供给不卡弹。
电控	底盘部分	使用含有金属编织层的屏蔽护线管完全覆盖重要电控信号线如 Can 总线线缆，电机反馈线等，并作接地处理，降低外界功率线变化电流产生的磁场对信号造成干扰。
		采用 LQR 或 ADRC 控制算法对底盘电机进行控制，替换原先使用的位置式 PID 算法，提高底盘系统对于外界未知扰动的鲁棒性，并减少 PID 算法造成的超调量，提高控制的精确度和响应时间。



		<p>编写全新的功率控制函数，采用合适的闭环控制算法如 PID 对功率进行闭环。通过串口数据实时读取裁判系统反馈的当前功率值与当前增益和等级条件下步兵机器人的上限功率、功率缓冲槽剩余功率值与实时功率，设计合理的算法对自研的超级电容控制板输出的功率与电流进行闭环控制，并在电容能量耗完后通过继电器或功率隔离开关元件实现超级电容输出与裁判系统电源管理模块 Chassis 端口直驱底盘状态的切换，使机器人在场上能快速移动较长时间。另外，为了满足规则里当机器人被击毁或发下后底盘需要立即下电并防止超级电容继续供给机器人底盘，在输入端串联了一个机械式继电器，通过检测输入段的高低电平情况觉得是否开启，完美满足了大疆的规则要求。</p>
		<p>采用精度更高的陀螺仪采集航向轴角度信息，以抑制角速度积分计算航向轴过程中的零漂问题。</p>
		<p>探究通过裁判系统图传链路对机器人进行遥控的方式。</p>
	<p>云台部分</p>	<p>设计全新拨弹轮，使用带有防堵转保护算法的电机，在卡弹时适当反拨减轻卡弹现象。</p>
		<p>设计新的摩擦轮机构，采用去掉减速箱的 M3508 电机作为动力，实现对摩擦轮转速的稳定闭环，并探究将不含编码器的 2305 电机改造成摩擦轮的可行性。</p>
		<p>采用带有前馈的 PID 或 LQR 控制算法对云台的航向轴及俯仰轴电机进行控制，提高云台的响应速度，并设计相应重力补偿算法消除底盘抖动对于云台的影响。</p>
		<p>利用摩擦轮电机的温度反馈功能，统计摩擦轮保持转速不变的前提下开启一段时间后不同的温度的弹速并拟合出近似曲线，以便编写相应的补偿函数维持弹速的相对稳定。</p>
<p>算法</p>	<p>自瞄算法</p>	<p>采用工业摄像头与长焦镜头结合的方式，提高远距离图像识别分辨率，并探究利用双目摄像头进行立体测距的算法。</p>

		<p>装甲板自动追踪采用传统视觉与神经网络融合方案，提高摄像头采集图像的帧率，并加入了神经网络识别装甲板数字功能，能更好的确定自瞄的目标，提高开启自瞄时的精准度。</p>
		<p>设计运动预测算法，融合弹丸速度数据实现对不同距离目标的精确跟踪射击。</p>
		<p>能量机关相关识别算法采用传统视觉方案，创新式引入了色彩通道相减加亮度阈值的二值化方法，在确保过滤效果的同时，减少运算量，减少需要调整的参数，加入了拟合函数的预测，相比于上个赛季极大的提高了精确度。</p>
	建图定位算法	<p>采用 3D 激光雷达融合深度相机的方案进行赛场的建图与定位，并利用赛场中的定位标将 3D 点云图中的坐标转化为裁判系统中的赛场坐标，以便操作手下发目标导航位置坐标。</p>
	威胁估计算法	<p>利用雷达数据及机器人本身安装的工业相机与激光雷达对周围环境进行评估，收到伤害后自动确定周围伤害的来源方并在屏幕中央提示操作手，必要时将自动开启小陀螺以防操作手慌乱中操作失误。</p>
硬件	超级电容管理板	<p>研究更加高效的超级电容充放电方案。</p>
	分电板与主控板	<p>将单片机主控板与分电板融合为一张 PCB 板，增强各部分集成度，降低空间占用率。</p>

2.3.1.4 研发进度安排

根据以上需求分析和设计思路，我们将 24 赛季新步兵的开发进度做如下规划。

子项目	人力评估	人员技能需求	耗时评估



步兵整体结构设计	机械组 1 人	机械组成员需要对步兵机器人具有清楚的认识，了解各种构型机器人运动的原理，规划本赛季新步兵采用的构型与运动方式，按照规则和安装规范要求留出裁判系统及其周围空间。尽最大的能力降低步兵自身的重量，并规划整体重心位置。	4 周
云台设计	机械组 1 人 电控组 1 人	机械组成员需要对云台的大小进行评估，避免与隧道和周围地形产生摩擦和碰撞。降低云台重量，减小云台电机整体的负担。规划弹丸发射和储存的空间，探究不同的供弹方案，在保障弹丸装载量的前提下尽可能避免出现卡弹的情况； 电控组成员需编写控制云台电机旋转的控制算法，实现云台的 360° 跟随底盘旋转，熟悉对 C 板及其板载陀螺仪 BMI088 的使用。	4 周
步兵组装	机械组 1 人 电控组 1 人 硬件组 1 人	机械组成员需在设计出整体结构和云台结构的时候预留安装各种电控硬件设备及电缆、信号线的位置，必要时设计结构对其进行合理的保护； 机械组和电控组成员需清楚电源的供电模式和摆放位置，设计合理的线缆安装方式。同时还需了解各种硬件的功能，向硬件组成员提供改进需求； 硬件组成员需在机械组和电控组成员提出的需求中给出改进方案，简化布线以及提供供电解决方案，比如对于改进布线方案中引入分电板与主控板集成的方式。	2 周
平稳灵活操控	步兵全组成员	在比赛场地上需要操作手对步兵进行控制和战术规划，因此需要一名熟悉步兵各项功能和控制方法的步兵组的成员来承担操作手的职务，能够在复杂的比赛环境中完成击毁对方机器人、前哨站与击打能量机关的任务需要过硬的心里素质和责任感。	整赛季
建图导航任务	机械组 1 人 电控组 1 人 算法组 1 人	为确保雷达与深度相机的合理安装，以免出现机器人自身结构影响建图的情况，机械组与算法组成员需合作论证安装位置，保障相关传感器安全稳定的安装在机器人上；	6 周

		<p>算法组成员研究当前主流前沿的 3D 建图导航技术如 FAST-LIO，确保半自动步兵机器人在场上活动的稳定性；</p> <p>机械组成员设计合理的测试场地以便研制算法的可靠性，</p>	
超级电容及功率管理	<p>硬件组 1 人</p> <p>电控组 1 人</p>	<p>步兵组成员需熟读规则文件中与步兵功率相关的所有相关信息，并规划合理的功率输出策略；</p> <p>电控组完成对裁判系统功率相关参数的读取与功率限制函数的编写，并对各种地形进行针对性的设计，如飞坡时当底盘陀螺仪检测到机器人上坡，则增大后轮功率输出减少前轮功率以达到上坡功率的最大化利用，避免了浪费；</p> <p>硬件组与电控组合作设计基于 Buck-Boost 电路的电容充放电与功率路径切换板，以增大电源与电容输出的效率。</p>	4 周
云台发射弹丸	<p>机械组 1 人</p> <p>电控组 1 人</p> <p>算法组 1 人</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机械组成员需要设计合理的发射弹丸的枪口，以实现弹丸能够以固定的方向射出弹口，拥有平稳的弹道。弹舱设计合理，可以容纳大量的弹丸以减少前往补给站的次数，需要对弹丸发射的原理有着基本了解； 2. 机械组和电控组成员需要编写算法实现对摩擦轮的控制，稳定弹丸的发射速度； 3. 电控组成员需利用无人机云台的图传摄像头观察步兵云台视角下的赛场环境，设计出十字光标标记某些特定距离的弹丸击中位置，辅助云台手完成弹丸发射； 4. 算法组成员需利用步兵云台下方挂载的工业单目或双目摄像头对目标距离进行估算，并完成相应的弹道解算，在屏幕上设计出动态瞄准点，减轻操作手的压力。 	4 周
云台调试	<p>机械组 1 人</p> <p>电控组 1 人</p> <p>算法组 1 人</p>	<p>机械组，电控组和算法组的成员合作完成云台的调试，改进弹道的轨迹和打击的准心，需要掌握控制算法和视觉算法同时实现的程序，通力协作完成任务。</p>	整赛季

硬件调试	机械组 1 人 电控组 1 人 硬件组 1 人	机械组和硬件组的成员一同完成步兵赛前和赛后检测，包含步兵的零件和硬件功能是否能够正常运行。并且拥有紧急预案，以应对各种特殊情况。	整 赛 季
------	-------------------------------	--	-------------

2.3.1.5 物资需求评估

基于以上的分析与规划，我们对 2024 新步兵机器人研发项目的资源需求做出如下表的估算。

子项目名称	所需物资	物资用途
云台组装	GM6020 电机*1（俯仰轴）、Robomaster C 板*1、Robomaster 分电板、荧光充能装置*1、碳纤维板弹舱与结构件若干、CNC 俯仰轴支撑件及轴承*2、去减速箱 M3508 电机*2、工业摄像头*1、RM 裁判系统测速*1、RM 裁判系统图传发送端*1、C620 电调*2，导电滑环*1。	组装云台
底盘组装	碳纤维板材若干、铝方管若干、Tb-47 电池架*1、分电板*1、3D 打印物件若干、Tb-47 电池、Robomaster C 板*1、GM6020*1（航向轴）。	组装底盘
组装步兵机器人	3D 打印机、内六角扳手、电动螺丝刀、扭矩扳手、低强度螺丝胶、中强度螺丝胶、记号笔、电工胶布、剥线钳、电烙铁、风枪、焊锡、压线端子、电线。	组装步兵机器人
调试步兵	装甲板、前哨站、能量机关、无风环境、无电磁干扰环境、高速无线 Link。	对步兵机器人的各种性能进行调试

2.3.1.6 人力资源评估

2024 赛季的步兵机器人结构仅需对 2023 赛季的老步兵部分结构结果重新设计，整体任务重点放在改进过去赛季的补足和针对新规则改动进行完善。本赛季步兵机器人的研发队伍中由新老队员组成，完成了新老接替的任务，为之后赛季的步兵机器人设计提供了帮助。

基于以上分析与规划，我们做出了如下的人员安排。

技术组	姓名	主要工作
-----	----	------

电控组	刁敬源	主要负责步兵机器人的平稳灵活全向移动、电缆布置组装、控制算法设计以及其他内容参与和监督。
机械组	张日升	主要负责步兵机器人底盘的改进设计、云台设计、步兵机器人组装、新版步兵机器人方案的提出。以及其他内容参与和监督。
硬件组	柳子祺	负责步兵机器人为各电气设备供电的分电板输电方案与超级电容设计方案
算法组	牟昱东	负责步兵相关的算法任务，包括但不限于装甲板的识别、能量机关的识别预测。
电控组	樊郡捷	负责步兵的功率控制算法，并探究使用 FOC 对电机驱动控制的算法。

2.3.2 平衡步兵机器人

2.3.2.1 规则分析

与 2023 赛季相比，2024 赛季规则中有以下几点规则调整与平衡步兵机器人相关：

- (1) 减少所有赛事的平衡步兵机器人可上场数量至 1 辆。
- (2) 降低公路区与前哨站处地面间的台阶高度至 150mm。
- (3) 撤销了公路区 17° 坡前公路的护栏。
- (4) 新增环形高地隧道，隧道内宽 550mm，内高 450mm。
- (5) 减少补给站数量至 1 个。
- (6) 将补给站可补给 17mm 弹丸数从 1500 发削减至 400 发。
- (7) 解除了远程兑换的兑换次数限制，同时远程兑换 17mm 发弹量的价格相较于 23 赛季打 75 折（远程兑换 42mm 大弹丸的价格相较于 23 赛季打 67 折）。
- (8) 取消“弹速优先”的发射机构属性，17mm 弹丸初速上限整体提高至 30m/s。
- (9) 取消“平衡底盘”的底盘属性，平衡步兵失去了对普通步兵的纸面数值优势。
- (10) 经验体系整体重做：细致调整规划了等级-性能曲线、通过公式将获得经验与双方等级和兵种挂钩，所有机器人对局中处于顶级性能的时间减少。同时在手动模式下，平衡步兵可获得比其它地面机器人多 50% 的经验，在半自动模式下可获得比其它地面机器人多

规则调整（1）和（9）将多平衡步兵利用纸面数值优势进行压制的战场策略彻底封印，RM 赛场上不再会出现两台平衡步兵运用厚血量和高 dps 压制对方地面力量的场景了。同时，

规则调整（10）消除了普通步兵和平衡步兵间的数值差距，二者的等级-性能曲线一致。但 24 赛季的新经验体系赋予了平衡步兵更高的经验获取量，提高了平衡步兵升级的速度。可以说，平衡步兵相对于普通步兵的优势已经从纸面数据强的硬优势完全转变为了等级增长快的软优势。RM 赛场对平衡步兵的要求已经从过往的“能实现基本功能、能上场使用就行”的入门级标准，升级到了“完整实现平衡步兵所有功能的同时做到高稳定性”的更高水准。在本赛季，平衡步兵只有发挥稳定且至少各项性能指标达到平均水平，才能在赛场上利用经验加成通过积极输出、积极推塔和积极激活能量机关积累相较于普通步兵的等级优势，从而使团队在地面战场上获得优势。

综上所述，高性能和强稳定性是本赛季平衡步兵研发的主旋律。本赛季对平衡步兵进行的改进升级和创新都应首先关注机器人稳定性，保证平衡步兵在场上的正常发挥；其次考虑提升平衡步兵的性能指标或使平衡步兵具备特色功能，使得平衡步兵在场上能通过自身特点获得优势。

规则调整（2）降低了平衡步兵在场地中上下台阶的难度，规则调整（3）使得平衡步兵在公路区的机动选择更加灵活多变。这两点规则调整引导平衡步兵继续向高运动性能方向发展。显然，在新赛季中，拥有可变形轮腿的轮腿式平衡机器人更具优势。其优势在于可以依托轮腿结构实现高效的重心姿态控制和主动悬挂等运动功能，以及跳跃上台阶等特色功能。在新赛季中，通过算法和机构设计的改进升级和创新提升轮腿平衡步兵的运动能力和稳定性是一大升级创新方向。在结合了过往比赛的参赛经验并分析多场具有代表性的比赛录像后，我们计划在 23 赛季轮腿平衡步兵的基础上对并联腿的机械结构进行改进和创新，以期 24 赛季的轮腿平衡步兵可以实现有助跑的上台阶和低速稳定下台阶的功能；同时提升平衡步兵的姿态控制能力，使其可以利用车体倾斜扩大云台俯仰角。

规则调整（4）使得赛场的结构发生了重大改变，环形高地隧道的出现使得荒地区和基地区之间直接进行互动成为可能，双方机器人可通过隧道进行输出或转场，为场上的战术战略提供了更多选择。与此同时，隧道的结构可配合平衡步兵只有前后两块装甲板的独特优势使得平衡步兵横向进入隧道后很难被攻击。但隧道的内部尺寸限制对想要进入隧道的机器人的机械设计提出了要求，本队 23 赛季平衡步兵的最小高度略微超过隧道内高，不能满足穿越隧道的要求。在新赛季中，为了地面力量的灵活机动，通过优化机械结构适当压缩平衡步兵外形尺寸是 24 版平衡步兵的改进升级的主题之一。

规则调整（4）、（5）和（6）使得补给站兑换弹丸的属性进一步边缘化，远程兑换将成为赛场主流的弹丸补给方式，机器人自身的弹丸预装量将决定机器人的输出能力、战术安排和场上节奏。可以预见的是，在本赛季大部分队伍会考虑增大步兵机器人的弹舱容量以适应

十分有限的弹丸再补给量；用于回家补给的时间减少也将使各支队伍的场上节奏更加紧凑、流畅。结合本队 23 赛季平衡步兵的机械设计，更换弹容量更大（经比赛经验及计算分析，平衡步兵发挥出色时每场比赛需要约 400 发弹丸，考虑到用于保险的 50 发弹丸，弹舱需要容纳约 450 发弹丸，实际测量可得弹舱容积需大于等于 $1.964996 \times 10^6 \text{ mm}^3$ ）、运动性能不逊于小弹舱云台的新型云台势在必行。同时，为了压缩整车高度，云台还需要在满足基本俯仰角要求的同时尽量低矮。

规则调整（8）统一了 17mm 发射机构的弹丸初速，使得机器人拥有了更平直的弹道，间接提高了视觉辅助瞄准系统的性能，也方便了开发调试。在本赛季，由于经验系统的重做，击打能量机关的经验加成得到提高，一套精准的发射系统对于有经验加成的平衡步兵更加重要。结合 23 赛季的技术积累和比赛实测情况，23 版平衡步兵的弹道已经可以满足需求，目前决定在不改变原有摩擦轮发射机构的基础上升级供弹系统以适配新云台。同时吸取优秀的摩擦轮控制方案，拟加入温度反馈环和前馈部分使得发射初速更稳定、弹道更可控。

2.3.2.2 功能需求分析和研发思路

根据以上的规则分析，我们根据这赛季的规则导向并结合上赛季的设计方案，将本队 2024 赛季平衡步兵的功能需求及对应的基本设计思路整理为下表。

功能	性能需求分析	基本设计思路
----	--------	--------



<p>电控系统稳定可靠</p>	<p>1、完整系统连续静置 2h，期间嵌入式系统无异常、电气系统无异常。</p> <p>2、完整系统连续进行 9 场对抗赛运动模拟测试，期间嵌入式系统无异常、电气系统无异常。</p>	<p>1、舍弃 UART 通信，采用 CAN 总线配合 RS485 总线的通信方案。</p> <p>2、采用 23 赛季哨兵机器人的隔离式走线思路，将电源线与信号线隔离开减少干扰；同时采用 23 赛季哨兵机器人同款屏蔽护线管对全车信号线进行有效的屏蔽保护。</p> <p>3、在嵌入式系统中加入 23 赛季哨兵机器人验证过的独立看门狗，在系统卡死时进行紧急重启。</p> <p>4、对嵌入式程序代码进行深度优化，充分、合理地利用 MCU 资源，提高系统运行效率和稳定性。</p> <p>5、继续改进原有的程序运行监控进程，提高嵌入式系统的错误自纠正和自恢复能力。</p> <p>6、考虑对关键传感器设置备份传感器，采用滤波融合方案整合多传感器信息，使得传感器间互为备份，增强系统的可靠性。</p>
<p>提升轮腿式底盘运动性能和稳定性</p>	<p>1、在地面有大小弹丸的条件下，不同姿态连续下台阶 50 次均成功。</p> <p>2、连续跳上 150mm 台阶 50 次均成功。</p> <p>3、通过地面有弹丸的荒地起伏路段无打滑翻车，同时图传画面无剧烈抖动。</p>	<p>1、为并联腿引入 ROW 轴自由度，提高对车体的姿态控制的完整度。通过更多的自由度令机器人底盘拥有全向全自由度调节能力。</p> <p>2、改进平衡步兵一体轮，使一体轮具备一定的减震能力和更强的抓地力。</p> <p>3、优化控制算法，将 23 赛季的混联 PD 控制器升级为 LQR 控制器；加入防打滑控制器，提高平衡步兵在有弹丸地面的通过性，避免出现 23 赛季踩弹丸绊倒的情况。</p>

<p>大弹舱云台</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、拥有可容纳至少 450 发小弹丸的弹舱。 2、减小大弹舱带来的大转动惯量，保证云台性能不逊于小弹舱上供弹云台。 3、发射机构 7 米弹道散布范围需小于一块小装甲板。 4、供弹系统稳定性强，连续进行十轮发射 450 发弹丸测试，期间不能出现卡弹。 	<ol style="list-style-type: none"> 1、设计下置弹舱，将弹舱放置于云台耳轴架内、YAW 轴轴心处，最大程度地减小 1400g 弹丸质量带来的大转动惯量。 2、基于现有的拨弹器设计适配下供弹结构的侧出式拨弹器，使下供弹云台结构更合理。 3、利用弹舱转移后腾出的空间，对云台 pitch 轴上部分内部的部件布局进行优化，使云台 pitch 轴质量配平、惯量减小，提高运动性能；同时优化单目相机安装位置，优化相机视野，提高视觉辅助瞄准系统的性能和调试便捷性。 4、为云台定制滑环集成接线板，将滑环电线直接焊在接线板上，云台的各类线路通过接插件与接线板连接，消除原先焊接电线时存在的各种质量问题，提高云台电气系统的可靠性和可维护性。 5、优化云台控制板和机载电脑的安装方式，令线路的安装维护更加便捷。
<p>实现功能的前提下拥有更小的外形尺寸</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、使平衡步兵可以纵向通过隧道 2、使平衡步兵可以横向进出隧道（选做） 	<ol style="list-style-type: none"> 1、优化底盘部件安装位置，适当压缩底盘高度。 2、优化并联腿限位器，使机器人蹲下时整体高度小于 450mm。 3、优化云台结构，适当压缩云台高度。

2.3.2.3 研发进度安排

根据以上需求分析和设计思路，我们将 24 赛季新平衡步兵的开发进度做如下规划。

子项目	人力评估	人员技能要求	耗时评估
-----	------	--------	------



高自由度轮腿底盘机械设计	机械组 1 人 电控组 1 人	<p>1、机械组队员可以独立完成机器人整体机构设计任务，具有较好的力学素养和系统工程思维，可以很好地根据功能需求设计合理的机构；具有良好的沟通能力，能与电控组同学配合优化机器人内部结构；具有良好的抗压能力，可以克服研发过程中的困难、坚持完成任务。</p> <p>2、电控组队员具备独立设计机器人电气系统的能力，可以设计出安全合理、稳定可靠且满足需求的电气系统；具有良好的沟通能力，可以配合机械组同学共同优化机器人结构设计；具有良好的抗压能力，可以克服研发过程中的困难、坚持完成任务。</p>	2 周
下供弹云台机械设计	机械组 1 人 电控组 1 人	<p>1、机械组队员有较为丰富的云台和发射机构设计经验，同时具备基础的电控知识。</p> <p>2、电控组队员具备设计云台电气系统的能力，可辅助机械组同学设计云台机构。</p>	2 周
整车加工组装	机械组 1 人 电控组 1 人	<p>1、机械组队员具有优秀的动手能力和丰富的机械组装经验，能保证机械结构安装过程中的操作规范以及最终的安装质量。</p> <p>2、电控组队员具有优秀的动手能力和丰富的电气系统安装经验，能保证电气系统安装过程中的安装规范和最终的安装质量，同时有丰富的走线布线经验，能合理布置线路，使电气系统的稳定性和可维护性满足设计要求。</p>	2 周

云台调试	电控组 1 人 算法组 1 人	1、电控组队员可以设计开发稳定的嵌入式控制程序，可以设计基本的 PID 控制器， 可以开发视觉控制接口程序。 2、算法组队员可以设计视觉辅助瞄准算法，可以完成算法的优化和部署工作，可以与电控组同学共同完成云台调试工作。	1 周
底盘调试	电控组 1 人	电控组组员可以独立完成机器人嵌入式系统的整体设计与开发，具有较好的代码能力和系统工程思维，可以很好地根据机器人功能需求设计嵌入式控制程序；具备优秀的控制科学理论知识和实践能力，可以理解并独立设计分析平衡步兵运动控制器。	5 周
系统联调联测	电控组 1 人 机械组 1 人 算法组 1 人	队员间能够积极沟通合作，高效地完成机器人整机测试优化任务。	整赛季

2.3.2.4 资源需求预估

基于以上的分析与规划，我们对 2024 新平衡步兵研发项目的资源需求做出如下表的估算。

子项目名称	所需物资	物资用途
下供弹云台	GM6020*2,M2006*1,M3508*2, C610 电调*1,C620 电调*2, 大疆开发板 C 板或达妙 MC-01+ICM42688P, 云台集成接线板*1, CAN 总线集线器*1, 机器人状态显示灯板*1, DR-16 接收机*1, NUC*1, 线材若干, 加工件若干, 轴承若干, 螺丝若干。	制作下供弹云台



高自由度轮腿底盘	MS9025*2, 宇树 A1 电机*4, M3508*2, C620 电调*2, 达妙 MC-01+ICM42688*2, 海泰机电磁编码器*2, 120A 固态继电器及散热鳍片*1, 分电板若干, 超级电容组*1, 超级电容控制板*1, 底盘滑环集成接线板*1, 24V 转 19V5A 稳压电源模块*1, 散热风扇若干, 线材若干, 加工件若干, 轴承若干, 螺丝若干。	制作高自由度轮腿底盘
机器人组装	内六角扳手, 电动螺丝刀, 扭矩扳手, 内六角批头和套筒, 低强度螺丝胶, 中强度螺丝胶, 白色油性记号笔, 其它耗材若干。	组装机器人
机器人调试	24V600W 开关电源供电, TB47 电池若干, 30° 坡道、起伏路段场地、有保护的飞坡场地, 能量机关和激活高台, 其它耗材若干。	进行机器人分系统调试、全系统调试以及功能测试

2.3.2.5 人力资源预估

2024 新平衡步兵的研发有 23 赛季的技术积累作铺垫, 同时在此基础上提出了一部分十分创新的功能, 且由于团队能力较强的队员较为紧缺, 本赛季平衡步兵的研发由队伍中的几名精英队员直接负责。

基于以上分析与规划, 我们做出如下人员安排。

技术组	姓名	主要工作
电控组	林天朗	负责平衡步兵的机械结构设计、电气系统设计、嵌入式控制系统设计以及运动算法设计
算法组	牟昱东	负责开发和部署调试视觉辅助瞄准系统, 包括装甲板瞄准、反小陀螺
算法组	高颢嘉	负责开发和部署调试能量机关辅助瞄准系统
算法组	刘子赫	负责统筹规划算法组开发工作, 为算法组的项目开发提供指导和建议

2.3.3 英雄机器人

2.3.3.1 规则分析

与 2023 赛季相比，2024 赛季规则中有以下几点规则调整与英雄机器人相关：

- (1) 前哨站转动速度加快到 0.8π rad/s，同时取消控制区的规则，前哨站转速不再降低；
- (2) 取消英雄的 17mm 弹丸发射系统；
- (3) 降低公路区与前哨站处地面间的台阶高度至 150mm；
- (4) 撤销了公路区 17° 坡前公路的护栏；
- (5) 新增环形高地隧道，隧道内宽 550mm，内高 450mm；
- (6) 英雄在死亡或发弹量耗尽后对方装甲板将屏蔽大弹丸攻击；
- (7) 解除了远程兑换弹丸的兑换次数限制，同时远程兑换 42mm 大弹丸的价格相较于 23 赛季打 67 折；
- (8) 解除了远程兑换血量的兑换次数限制；
- (9) 解除了远程复活的兑换次数限制，同时减少了因随时间增加的金币比例；
- (10) 42mm 发射机构被统一为默认属性，且属性都取 23 赛季“爆发优先”和“弹速优先”中属性高者；
- (11) “功率优先”和“血量优先”底盘差异缩小，变为只有属性增长曲线不同，10 级后最终属性相同；
- (12) 取消自然经验增长，改为由发射弹丸和造成伤害等行为增加经验；
- (13) 增加半自动控制，由半自动控制的英雄可双倍获取经验。

本赛季规则 (2) - (5) 的改动旨在增强英雄在任何地点独自出现的危险性，使英雄更容易被对方偷袭的同时，削弱了英雄的自保能力。(7) - (10) 规则的改变则加强了英雄机器人与建筑物的互动，更加鼓励英雄高效的输出，并尽量减少英雄回补给区补给的次数，使英雄能够更高效更连贯的攻击。(6) 规则的增加则杜绝了 23 赛季中英雄自杀式袭击基地，并通过快速连射超发的漏洞。(1) 是通过增加打击旋转装甲板的难度来鼓励英雄吊射前哨站顶部装甲板。总体而言本赛季的英雄更倾向于在团队作战中吊射以发挥其对建筑物的关键打击作用，而不是独自出击进行偷袭。同时 (13) 的增加为英雄开创了全新的操作方式，我们尚不能确定双倍经验获取给予的属性优势，能否弥补由半自动控制导致的应变能力损失。

2.3.3.2 功能需求分析和研发思路

根据以上的规则分析，我们根据这赛季的规则导向并结合上赛季的设计方案，将本队 2024

赛季英雄机器人的功能需求及对应的基本设计思路整理为下表。

功能	性能需求分析	基本设计思路
吊射云台	更加符合吊射需求的云台可以让英雄在俯仰变换时弹路中的弹丸不互相挤压导致计划外的发射。同时还能在大仰角射击时保证操作于通过图传看到射击落点，增加射击精度。	<ol style="list-style-type: none"> 1、采用侧向供弹弹路的方式，相较于之前的鹅颈弹路能更加稳定的调节俯仰角而不影响弹丸位姿。 2、发射机构采用 M3508 电机转子当做摩擦轮动力输出，同时通过炮管的设计最大程度确保发射机构弹道的稳定性。0 时最大程度上减少所需经费。 3、云台 YAW 轴旋转由一 6020 电机驱动同步带控制转动 PITCH 轴俯仰由一 6020 电机带动四连杆机构控制。 4、图传与云台之间通过连杆连接，图传不随云台 YAW 轴的移动而移动。保证任何时候操作于都可以通过图传看到弹道落点。
改进的弹路	解决弹路卡弹和尿弹的问题，同时使每次输送的弹丸处于相对稳定的位置，结合发射机构提高发射精度。	<ol style="list-style-type: none"> 1、供弹基本延续上赛季方案采用下供弹设计方案，由碳板、打印件、铝件和铝柱组成。 2、M3508 电机作为拨弹盘的动力输出，拨盘上下通过打印件和板材连接。 3、通过多次迭代在卡弹位置反复尝试追加轴承，增加倒角并调节各个零件之间的配合适当更改部分零件。 4、通过修改发射机构的限位垫片，解决尿弹的问题。
稳定的底盘	能够在小陀螺的同时稳定且快速的移动，能够在连续长时间高强度比赛条件下保持稳定，能够应对一定的外部冲撞而不损坏关键部位。	<ol style="list-style-type: none"> 1、优化小陀螺程序，调节参数保证矢量方向移动稳定，改进解算方法增加小陀螺过程中的矢量方向移动速度。 2、更换新的超级电容控制板，同时重构超级电容的控制程序和功率控制程序。以此增加英雄的行进速度。 3、拥有整齐和稳定的电路，要通过线路的重构和更加合理的检修来增加可靠性和稳定性。

自瞄算法	在较高识别成功率的基础上，也要具有高侦离和低延迟。同时能够识别对于位置，兼容半自动控制。	使用传统 openCV 与深度学习相结合的方式制作自瞄，保证达到要求。
------	--	-------------------------------------

2.3.3.3 研发进度安排

根据以上需求分析和设计思路，我们将 24 赛季英雄机器人的开发进度做如下规划。

子项目	人力评估	人员技能要求	耗时评估
吊射云台设计	机械组 1 人 电控组 1 人	<p>1、机械组队员有较为丰富的云台和发射机构设计经验，同时具备基础的电控知识。具有良好的沟通能力，能与电控组同学配合优化机器人内部结构:具有良好的抗压能力，可以克服研发过程中的困难、坚持完成任务。</p> <p>2、电控组队员具备设计云台电气系统的能力，可辅助机械组同学设计云台机构。具有良好的沟通能力，可以配合机械组同学共同优化机器人结构设计:具有良好的抗压能力，可以克服研发过程中的困难、坚持完成任务。</p>	4 周
弹路的检查及重新设计	机械组 1 人	对弹路较为了解，可以独立发现弹路出现的问题。有基本的设计能力，可以按需求修改弹路的零件。具有优秀的动手能力丰富的机被组装经验，自保证机械结构安装过程中的操作规范以及最终的安装质量。	3 周
底盘程序的优化及调试	电控组 1 人	可以独立完成机器人嵌入式系统的整体设计与开发，具有较好的代码能力和系统工程思维，可以很好地根据机器人功能需求设计嵌入式控制程序，具备优秀的控制科学理论知识和实践能力。	4 周



云台 组装 及调 试	机械组 1 人 电控组 1 人	1、机械组队员具有优秀的动手能力丰富的机械组装经验，自保证机械结构安装过程中的操作规范以及最终的安装质量。 2、电控组队员具有优秀的动手能力丰富的电气系统安装经验，能保证电气系统安装过程中的安装规范和最终的安装质量，同时有丰富的走线布线经验，能合理布置线路，使电气系统的稳定性和可维护性满足设计要求。	2 周
自 瞄 算 法 设 计	电控组 1 人 算法组 1 人	1、电控组队员可以设计开发稳定的嵌入式控制程序，可以设计基本的 PID 控制器，可以开发视觉控制接口程序。 2、算法组队员可以设计视觉辅助瞄准算法，可以完成算法的优化和部署工作。	4 周
半 自 动 控 制 尝 试	电控组 1 人 算法组 1 人	1、电控组队员可以设计开发稳定的嵌入式控制程序，可以设计基本的 PID 控制器，可以开发视觉控制接口程序。乐于学习新知识，并能与哨兵组组长对接学习。 2、算法组队员可以设计视觉辅助瞄准算法，可以完成算法的优化和部署工作。乐于学习新知识，并能与哨兵组组长对接学习。	2 周
系 统 联 调 联 测	机械组 1 人 电控组 1 人 算法组 1 人	队员间能够积极沟通合作，高效地完成机器人整机测试优化任务。	整赛季

2.3.3.4 资源需求预估

基于以上的分析与规划，我们对 2024 英雄机器人研发项目的资源需求做出如下表的估算。

子项 目名 称	所需物资	物资用途
弹路 改进	轴承若干，加工件若干，打印件若干，螺丝若干。	更换弹路

吊射云台	GM6020*1, M3508*2, C620 电调*2 人疆开发板 C 板*1, CAN 总线集线器*1DR-16 接收机*1, 导电滑环 (大)*1.工业相机*1, NX*1, 摩擦轮*2, 瞄准镜*1 线材若干, 轴承若干, 加工件若干, 打印件若干, 螺丝若干。	制作吊射云台
底盘改进	超级电容*1, 超级电容控制板*1, 加工件若干, 打印件若干, 螺丝若干。	优化底盘
机器人调试	24V600W 开关电源供电, TB47 电池若干, 前哨站*1 (大疆开发板 A 板*1, M3508*1, 导电滑环(小)*1, 线材若干, 轴承若干, 加工件若干, 打印件若干, 螺丝若干)	进行机器人分系统调试、全系统调试以及功能测试

2.3.3.5 人力资源预估

2024 英雄机器人的研发有 23 赛季的技术积累作铺垫,同时在此基础上提出了一部分十分创新的功能,且由于团队能力较强的队员较为紧缺,本赛季英雄机器人的研发由队伍中的几名精英队员直接负责。

基于以上分析与规划,我们做出如下人员安排。

技术组	姓名	主要工作
机械组	张日升	负责设计吊射云台
机械组	赵则璇	负责弹路改进和吊射云台组装
电控组	李欣宜	负责底盘程序的优化及调试
电控组	胡肖阳	负责探索半自动控制
算法组	牟昱东	负责开发和部署调试视觉辅助瞄准系统

2.3.4 工程机器人

2.3.4.1 规则分析

与 2023 赛季相比,2024 赛季规则中有以下几点规则调整与平衡步兵机器人相关:

- (1) 金矿的获取方式改变。从分批掉落捡取转变为从狭窄的通道中的固定位置获取。具体表现为:大资源岛包含三条封闭路径,内部共放置有 5 枚金矿石。路径上方为透明材质,工程机器人可以从大资源岛内部取出金矿石;



- (2) 兑换所能获得的金币价值将随着兑换期间经历的时间 t 下降，下降比例为：当 $t \leq 15s$ 时，下降比例为 0%；当 $50s \geq t > 15s$ 时，下降比例为 $2\% * (t-15)$ ；当 $t \geq 50s$ ，下降比例为 100%。至多下降选择难度与其上一级难度之差的金币数量。若初始选择的难度为一级难度，则不会下降；
- (3) 大资源岛增益点机制改变。占领大资源岛增益点的工程机器人获得防御增益从 50% 变为 75%，并且在比赛的第一分钟（即倒计时 06:59-05:59）内才可以获得 75% 防御增益；
- (4) 在比赛的前三分钟（即倒计时 6:59-4:00），工程机器人拥有 50% 防御增益；
- (5) 工程机器人的初始血量/上限血量由 500 变为 250；
- (6) 小资源岛银矿石数量从 5 个减成 3 个；
- (7) 取消了全场首次成功兑换金矿石的一方将会获得额外的 250 金币奖励；
- (8) 不同难度等级的兑换槽位姿取值范围改变，难度等级由之前的四级难度等级变为五级难度等级。兑换槽位姿取值范围 pitch 轴，roll 轴，yaw 轴都发生了变化；
- (9) 矿石兑换所获得的累计经济的增加，参赛队伍可选择的最低难度等级将逐渐被限制，但此后兑换的每个矿石所获得的金币将乘以一定的倍率。

规则调整（1）和（6）使得传统夹爪工程机器人进行夹取矿石彻底成为历史。上个赛季规则中对兑换站增加机械臂的改版使得传统夹爪工程只能兑换低等级矿石，老版工程获得经济的效率大大降低，但是由于资源岛以及银矿摆放的存在并未发生明显变动，所以夹爪工程在上个赛季依旧能够使用。在本赛季的改动中，资源岛金矿的获取方式从分批掉落后捡取转变为从狭窄的通道中的固定位置获取，其通道宽度不足以支持传统夹爪工程机器人进行夹取矿石，以及银矿石数量从 5 个减成 3 个，这进一步压缩了夹爪工程的生存空间。由于工程机器人是重要的获取经济的来源，工程的重做迫在眉睫，也是本赛季我们最需要解决的问题之一。

规则调整（2）使得我们的兑矿速度和兑矿精度有了巨大的要求。在现有的规则里，我们必须按照 15 秒内兑矿完毕作为我们的研发目标，在这个过程中我们必须将电控和视觉的配合做到较高协同性和一致性。我们传统的兑矿思路是通过图传找到兑矿位置，再根据操作手的调整进行兑矿。在现如今的规则下，操作手的容错率变得非常低，在短暂的时间里如果不依赖视觉辅助我们将很难收取矿石的最大收益，因此视觉和电控的紧密协同是必须的。除此之外，在上个赛季中，区域赛后已经有越来越多的队伍采用了自定义控制器，因为兑矿机构的角度调整原因，自定义控制器对工程的兑矿效率有了巨大提升，因此在这个赛季我们的自定义控制器是势在必行的，我们计划在这赛季根据我们机械臂的臂型需求以及操作需求，做出

能与视觉辅助相互协同的自定义控制器。

规则调整（3）、（4）和（5）使得工程机器人的基础血量降低一半，但开局初期防御增益有着较大加成。这意味着工程在新赛季将成为在前期非常重要的机器人，规则调整（3）使得工程机器人必须在比赛开始的一分钟内迅速占领大资源岛增益点，并且在这期间尽可能多的拿到金矿，在新赛季的进程中，谁先到达大资源岛增益区就意味着谁抢得了比赛的先机，由于本赛季矿石均为固定在通道内，越早拿到矿石也意味着越早能将通道对面的矿石拿在手中，使得对方资源缺乏。并且由于规则调整（4）和（5），工程在前三分钟的作用将非常关键，一旦前三分钟没有拿到最多的资源收益，后面的四分钟工程的作用将大幅降低，甚至因为没有血量和防御增益的加持，工程在后四分钟取矿将变得非常危险。在新赛季，我们最大的目标就是对金矿的快速稳定抓取，在前三分钟保证拿到足够多的金矿，以保证资源收益最大化且工程存活率能得到有效保证。同时取矿思路也将与我们上一个赛季发生很大的改变，因为之前赛季银矿数量较多同时我们是夹爪式机器人，抓取金矿难度较大，因此我们在上个赛季将抓取银矿作为我们的第一目标。在这个赛季，我们的取矿思路将变为先尽可能拿金矿，后四分钟工程失去防御增益后抓取小资源岛银矿，保证在工程存活的前提下，拿到尽可能多的资源。

规则调整（8）和（9）使得工程机器人兑换要求有了更高的要求。在上个赛季中由于我们仍然采用传统夹爪工程，因为在机械臂方面的相关储备较少，因此我们在这方面的研发要求将会更高。在现有规则下，兑换框的更多位姿取值范围的改变将得到更多的收益，并且在一定的资源积累后，工程机器人将必须使用更高难度的兑换方式，因此在研发过程中我们最开始的技术要求就是按五级矿的兑换标准来设置，后续测试中，视觉和自定义控制器的配合也将以五级矿作为标准进行测试。

2.3.4.2 功能需求分析和研发思路

需求分析：

上个赛季规则中对兑换站增加机械臂的改版使得传统夹爪工程只能兑换低等级矿石，老版工程获得经济的效率大大降低，但是由于资源岛以及银矿摆放的存在并未发生明显变动，所以夹爪工程在上个赛季依旧能够使用。在本赛季的改动中，资源岛金矿的获取方式从分批掉落捡取转变为从狭窄的通道中的固定位置获取，其通道宽度不足以支持传统夹爪工程机器人进行夹取矿石，以及银矿石数量从 5 个减成 3 个，这进一步压缩了夹爪工程的生存空间。由于工程机器人是重要的获取经济的来源，工程的重做迫在眉睫，也是本赛季我们最需要解决的问题之一。根据对赛季规则的解读和参考上个赛季各个学校的新版工程机器人，我们大

概得出了新工程机器人的需求：

1) 矿石获取

资源岛的改版使得机器人需要拥有从较为狭窄的空间获取金矿的能力，夹爪机构已经无法夹取矿石，小臂配合吸盘的方案目前来看较为合适。由于矿石的摆放位置变为二维码固定朝下，转矿机构变得不再重要。相比之下由于己方和对方同一通道的矿石中间并未添加任何阻拦，所以小臂的长度是否可以允许工程获取对面的矿石变得更有战略意义。银矿的获取方式相比来说并未有太多的改变。

2) 矿石兑换

由于兑换站在上个赛季加入了机械臂和不同难度的兑换等级，这要求采用小臂方案的工程机器人的需要拥有与兑换站相同乃至更高的自由度。同时本赛季对 5 级兑换难度在 yaw 轴上增加到了 135 度，致使类似上个赛季的龙门架配合单端小臂的方案较难实现这个角度，所以小臂机构需要更多的 yaw 轴方向上的运动空间，才能保证 5 级矿石的兑换。且本赛季增加了兑换矿石所用时间对于经济获取的影响，这要求机器人需要更快的兑矿能力，和较强的容错能力。结合本赛季工程需要使用机械臂结构，使用键盘操作对于操作手的负担极大，这使得自定义控制器在本赛季变得非常重要。

3) 高度调整

由于大、小资源岛、兑换台高度不同，兑换站根据兑换矿石的数量会发生位置、方向的改变。所以需要工程机器人拥有较强的调整能力。同时由于兑换框在 z 轴上的位置最高可以到达 900mm，贴近工程机器人的变形极限，二级升降机构也变得有一定必要。

并且根据 2022 赛季，2023 赛季实战以及队内模拟赛发现：工程机器人还需要承担起防御敌方英雄机器人吊射己方前哨站，防止基地遭到吊射的重任，为达成这一目标工程机器人需延伸机械结构来阻挡敌方弹丸。

4) 机动性能

由于工程机器人是本方经济的最主要来源，所以工程机器人也需要拥有优秀的机动性来保证行动效率。

设计思路：

1) 吸盘机构的设计

根据规则，我们设计了单吸盘吸取矿石的机构。吸盘的 pitch 以及 roll 轴通过 2 个 2006 驱动中间的差速器机构实现，当 2006 转速相同，旋转方向相反时，吸盘将绕 roll 轴旋转；当 2006 转速相同，旋转方向相同时，吸盘将绕 pitch 轴进行俯仰。改变两个 2006 的转速以及旋转方向将能使吸盘同时做到俯仰以及旋转。这在较小的空间中使小臂前端有了较高的自由度，

且 2006 可以放在更靠近根部的位置，减少小臂整体的重心前移。

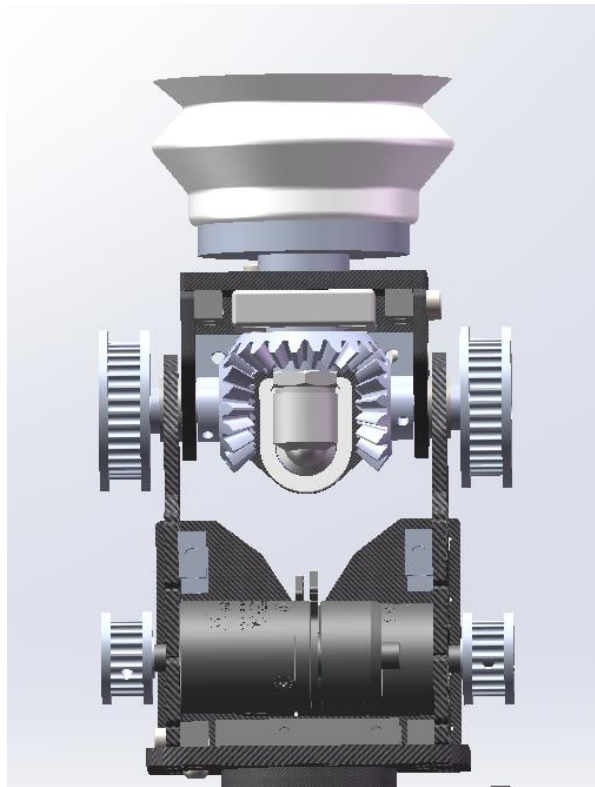


图 小臂前端差速器机构

为了能满足 5 级兑矿需求和尽可能减少取矿时车体的移动，以达到更快的取矿速度，小臂后端采取 SCARA 机械臂设计。同时为了能让操作手能够有更好的取矿视野和实现视觉对框，在小臂第二段后端安装了工业相机，保证能够观测到矿石的视觉特征。整臂共有 5 轴，从吸盘到末端分别为 roll, pitch, row, yaw, yaw，配合车体龙门架的升降和前伸，以及车体本身的 x 轴平移可以实现 8 自由度的类 SCARA 构型机械臂。



图 类 SCARA 小臂整体设计

2) 二级抬升装置设计

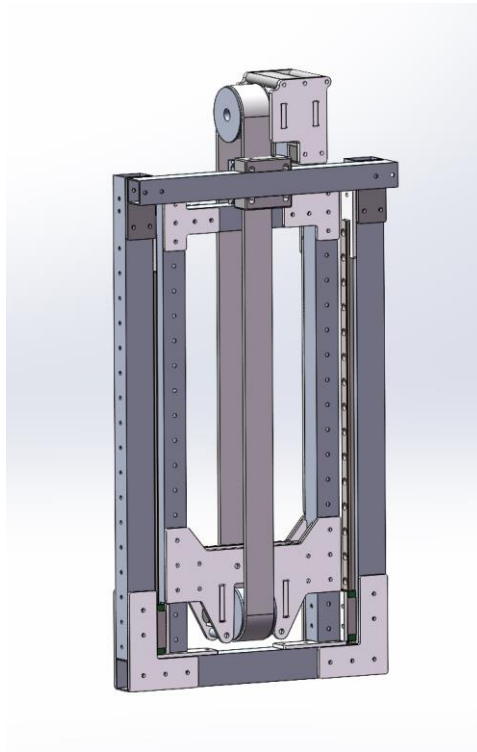


图 二级升降设计

抬升装置使用同步轮和同步带完成，两侧使用直线导轨增强升降框架整体的刚性，减少晃动。同步带内侧连前伸机构，并在机构末端连接 SCARA 构型小臂。因采用较为成熟的龙门架结构实现 z 轴抬升以及 y 轴前伸，以及使用电机直接驱动同步带，使抬升架的抬升高度可控，高度完全取决于从初始位置开始电机旋转的转数，使得电控可以在龙门架上花费更少的精力，将更多精力放在机械臂控制的解算以及自定义控制器的研发上。

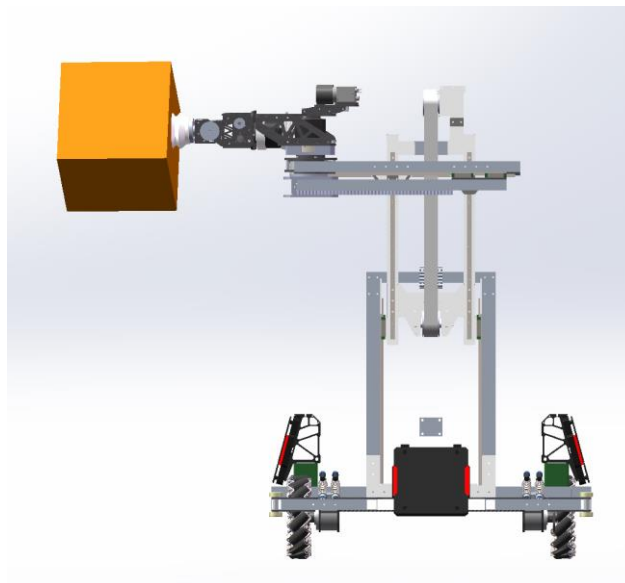


图 二级升降示意图

3) 模块化底盘设计

根据以往的技术积累，底盘悬挂采用的通用摆臂设计，有着空间占用小，悬挂较硬的优点，配合比较适合侧方出臂的工程机器人。同时可以实现与英雄与步兵模组通用可以实现快速维修。底盘处以及前伸后侧放置控制元件来满足低重心，配平和保护性的设计目的。

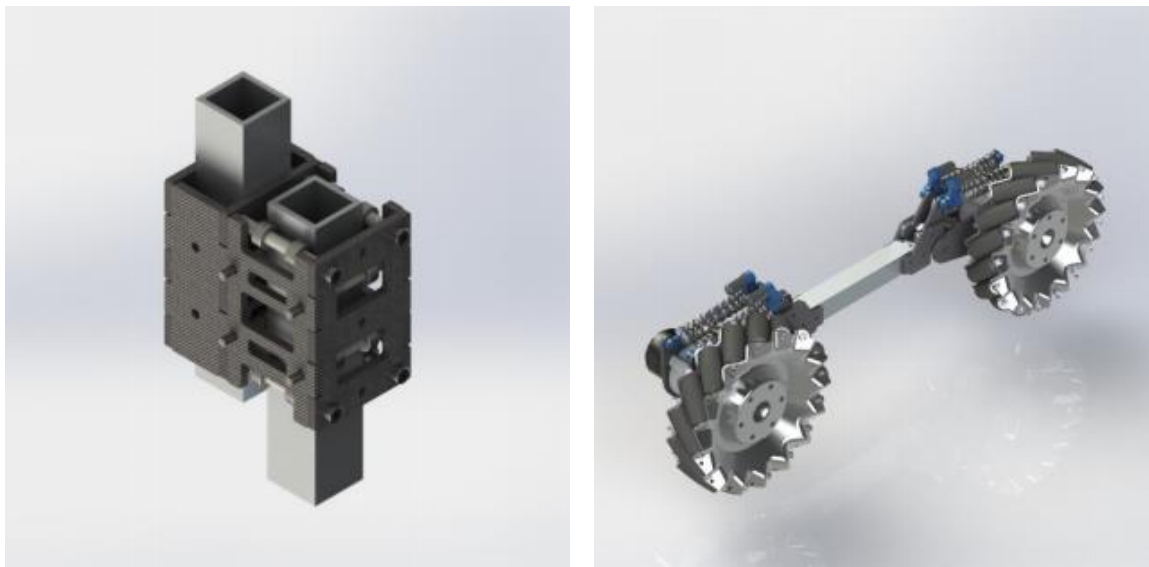


图 底盘模块（左） 轻量化滑车（右）

4) 人机工程设计

工程机器人在场上需完成取矿石，兑换矿石，救援机器人等任务，所以我们在设计机器人时充分考虑到了操作手与机器人配合的问题。由于任务多，操作手在场上要关注的情况就多，所以机器人的视野一定要好。我们为图传模块单独设计了小云台。小云台可绕 pitch 轴转动，清晰观察车体位置，对手取矿位置，兑换站位置信息等。同时还可绕 yaw 轴转动，在移动时转向前进方向，取矿和兑矿时转向侧方来观察机械臂和兑换站相对位置，也可以添加小屏幕，通过机械臂的相机来进一步对其兑换框。



图 图传小云台



2.3.4.3 研发进度安排

根据以上需求分析和设计思路，我们将 24 赛季工程的开发进度做如下规划。

子项目	人力评估	人员技能要求	耗时评估
取矿机构（含小型机械臂和吸盘）	机械组 1 人 电控组 2 人 视觉组 1 人	<ol style="list-style-type: none"> 1、机械组队员确定机械臂构型，完成 5 轴机械臂结构设计，并完成装配，进行可行性验证。 2、电控组队员学习机械臂仿真算法并编写机械臂控制方案；完成走线，进行机械臂的调试和路径规划；完成吸盘测试。 3、视觉组队员利用模式识别或深度学习来识别兑换站位姿，并将矿石调整到合适的姿态。 	6 周
底盘悬挂机构	机械组 1 人 电控组 1 人	<ol style="list-style-type: none"> 1、机械方面底盘和悬挂轮组有足够的技术积累可以使用。 2、电控组组员可以独立完成机器人底盘悬挂机构的整体设计与开发，具有较好的代码能力实践能力，可以理解并独立设计分析工程底盘运动控制程序，使得工程机器人拥有足够的稳定性。 	3 周
升降机构及横移机构	机械组 1 人 电控组 1 人	<ol style="list-style-type: none"> 1、机械方面龙门架的抬升可以参考技术积累，机械组成员有能力对抬升进行改建。平移机构也已基本设计完毕。 2、电控组队员可以设计开发稳定的嵌入式控制程序，可以设计基本的 PTD 控制器，配合底盘将取矿机构进行有效稳定的控制，可以实现取矿机构的精确位置调制。 	3 周

整车安装及联调	机械组 2 人 电控组 3 人	<p>1、机械组成员和电控组成员将一同完成整车安装，并在后期对不足进行改进。</p> <p>2、电控组队员将各个机构进行联合调试，同时配合机械组对整车进行安装并进行电气系统的设计，设计出合理稳定具有可靠的安全性的电气系统。同时有丰富的走线布线经验，将整车的电路合理有序地进行布置，并对未来可能要进行查线等工作的方便性进行预设，使得检查问题时能迅速排除故障。</p>	5 周
自定义控制器	电控组 1 人	电控组队员通过将控制器与电机配合通过设计稳定的嵌入式程序进一步优化自动流程，改善操作手体验，增加稳定性；迅速稳定的完成取矿、存矿、兑换等一系列流程。	5 周

2.3.4.4 资源需求预估

基于以上的分析与规划，我们对 2024 新工程研发项目的资源需求做出如下表的估算。

子项目名称	所需物资	物资用途
取矿机构（含小型机械臂和吸盘）	DM4310 电机*2，DM6006 电机*1，大疆开发板 C 板，M2006 电机*2，工业相机*1，打印件若干，同步轮*4，同步带*2，80*40 吸盘*1，高速旋转接头*1，cnc 件*3，板材若干，轴承若干。	机械臂制作
底盘悬挂机构	M3508 电机*4，C620 电调*4，大疆开发板 C 板，溪地创新悬挂*8，打印件*4，cnc 法兰*12，轴承若干，板材*8。	底盘制作
升降机构	M3508 电机*2，C620 电调*2，同步轮*4，同步带*2，铝方管若干，板材若干，直线导轨*10，导轨滑块*8。	升降机构制作
自定义控制器	M2006*5，大疆开发板 C 板，C610 电调*5，板材若干，轴承若干，电池架*1，电池*1，摇杆*1，陀螺仪传感器*1。	自定义控制器制作

2.3.4.5 人力资源预估

2024 新工程的研发有一部分 23 赛季的技术积累作铺垫，但绝大部分开发需要我们几位新队员共同进行创新，且由于团队能力较强的队员较为紧缺，电控组组长也将参与自定义控制器机械和电控两个方面的研发。

基于以上分析与规划，我们做出如下人员安排。

技术组	姓名	主要工作
机械组	张日升	负责机械臂的结构设计和验证
机械组	曹家睿	负责底盘，车体龙门架，前伸机构的结构设计
电控组/机械组	林天朗	负责自定义控制器机械结构与嵌入式控制系统及算法设计
电控组	朱嘉骏	负责机械臂控制模块嵌入式控制系统设计，电气系统设计及整车测试
电控组	曾浩然	负责机械臂控制模块嵌入式控制系统设计，自定义控制器与机械臂协同性调试
电控组	李易之	负责底盘驱动系统嵌入式控制系统设计及电气系统设计
算法组	刘子赫	负责识别矿石位姿，实现自动对位、自动姿态调整等

2.3.5 哨兵机器人

2.3.5.1 规则分析

与 2023 赛季相比，2024 赛季规则中有以下几点规则调整与哨兵机器人相关：

- (1) 哨兵巡逻区新增环形高地部分区域和能量机关激活点；
- (2) 哨兵机器人的初始血量/上限血量减少至 400；
- (3) 哨兵机器人新增复活机制，可选择读条复活或兑换立即复活，单场最多可复活 4 次，复活后血量立即恢复至上限血量的 100%；
- (4) 哨兵机器人可获得金币兑换复活的效果：复活后的无敌状态仅持续 3 秒，但复活后发射机构立即解锁；底盘功率上限提高 1 倍（但不超过 200W），持续 4 秒；机器人下次复活所需的读条在默认值上额外延长 20；
- (5) 哨兵机器人、前哨站与基地的相互关系被调整：取消了基地虚拟护盾，在前哨站

被击毁后，哨兵未在 40 秒内回到巡逻区，基地护甲展开；在前哨站被击毁后，存活的哨兵机器人在当前血量基础上额外增加 600 点血量，在补足上限血量后的溢出部分仍可继续存在，但无法通过回血机制恢复；

- (6) 哨兵机器人初始允许发弹量减少至 400 发；
- (7) 哨兵机器人可在补给区兑换允许发弹量，也可远程兑换允许发弹量，且不限远程兑换次数；
- (8) 取消“弹速优先”的发射机构属性，17mm 弹丸初速上限整体提高至 30m/s；
- (9) 提高哨兵机器人的枪口热量上限至 400；
- (10) 新增环形高地隧道，隧道内宽 550mm，内高 450mm；
- (11) 简化梯形高地结构，去除原有梯形高地坡道的围挡，将坡道和高地平面合为一体；
- (12) 将哨兵底盘功率限制策略改为超功率后扣血；
- (13) 雷达站全面升级，可通过准确的目标识别和位置估计给对方机器人施加易伤效果；
- (14) 裁判系统串口协议更新，开放哨兵机器人兑换弹丸的控制帧。

本赛季的规则调整（1）首先扩展了哨兵机器人的可活动范围，增强了哨兵机器人的战术战略灵活性，也对哨兵机器人的导航与决策系统提出了更高的要求。在 2023 赛季，本队哨兵组的导航系统已初具雏形，可使用二维激光雷达进行建图和导航。但受限于传感器和算法的性能，23 哨兵机器人的导航性能很差，无法达到上场的要求，故 23 赛季本队的哨兵机器人不具备场上自主导航与决策功能。因此，本队哨兵组在 2024 赛季的首要目标就是实现哨兵机器人在三维场景中的自主定位与导航功能，并使导航系统具有良好的稳定性，以满足哨兵机器人在赛场中的自主导航需求。其次，更广阔的活动区域和更灵活的战术战略选择对哨兵机器人自主决策系统提出了更高的要求，由于 23 赛季哨兵组人手紧缺且开荒任务重，只开发了基于有限状态机的简单决策系统。因此，本队 2024 哨兵组的第二大任务是基于决策树开发完善的场上自主决策系统，使哨兵机器人可通过裁判系统信息、雷达站信息和自身传感器信息完成自主走位、自动攻击和自动补给等等自主决策功能。

本赛季的其余规则调整从各个方面改变了哨兵机器人的赛场定位。

从赛场上的战术战略灵活性方面考量，2023 赛季的哨兵机器人在前哨站未被击毁前具有非常自由的活动空间和战术战略选择，但在前哨站被对方击毁后，哨兵机器人为了基地虚拟护盾不被完全扣除必须在 20 秒内赶回自己的巡逻区中。同时由于存在“前哨站被击毁后哨兵机器人离开巡逻区 10 秒钟后开始扣除基地虚拟护盾”的限制，若此时团队需要让哨兵机器人在巡逻区间转移，则需要慎而又慎地进行决策，以防哨兵机器人未在 10 秒内进入下一个巡逻区而导致基地护盾被扣除。由此可见，对方的前哨站被击毁就意味着对方哨兵机器人失去了

大部分的战术战略主动性，从而有利于本方攻击并击毁对方哨兵并占据战略主动。在 2023 赛季的比赛中，大多数强队具备在比赛开始的前 30 至 40 秒内击毁对方前哨站的能力，较大地限制了多支队伍的多个性能优秀、功能完善的哨兵机器人的场上发挥。这种局面不利于哨兵机器人发挥应有的场上价值，也不利于促进参赛队伍对哨兵机器人的进一步开发。

在 2024 赛季，规则调整（3）、（4）、（5）和（11）使得哨兵机器人具有的更高的战术战略灵活性。在本方前哨站被击毁后，哨兵机器人有更充足的时间（40 秒）赶回自己的巡逻区，也有更充足的时间在几个巡逻区之间完成转移。同时，新增的有限次复活机制也增大了哨兵机器人的决策冗余度，使哨兵机器人被击毁后仍有机会完成场上任务。这令本赛季的哨兵机器人能更加充分地发挥自身的自主决策和导航能力。

从场上生存能力方面考量，2023 赛季的哨兵机器人在前哨站未被击毁时具有无敌的生存能力，但是在前哨站被击毁后则变为拥有 1000 血量、无护盾且不可复活的状态。若此时对方发起全面进攻，首当其冲的本方哨兵机器人虽有很厚的血量但往往也会在一轮集火中被击毁，生存能力堪忧。

在 2024 赛季，规则调整（2）、（3）、（4）和（5）调整了哨兵机器人的生存能力，随未增强哨兵机器人的抗伤能力还削弱了血量，但可像步兵机器人一样读条复活或立即买活使得哨兵机器人的场上存活时间变得更长，变相增强了哨兵机器人的生存能力。与此同时，规则调整（8）和（10）使得对方有更多的射击角度和更准确的弹道对哨兵机器人发起攻击，间接削弱了哨兵机器人的生存能力。综上所述，在 2024 赛季，由于血量被削弱，哨兵机器人需要用更灵活的走位和决策来规避对方的攻击。由此可见，本赛季哨兵机器人的生存能力更多地取决于机器人自身的自主导航和决策能力。

从场上输出能力方面考量，2023 赛季的哨兵机器人拥有 750 发允许发弹量和每个枪管 240 的热量上限，在场上有着非常强大的输出能力。2024 赛季的规则调整（6）和（7）将哨兵机器人的初始允许发弹量减少至 400，于此同时对哨兵机器人开放了弹丸补给机制，哨兵机器人可以像步兵机器人一样回到补给区兑换允许发弹量或者直接远程兑换发弹量。这增大了哨兵机器人的输出成本，变相限制了哨兵机器人场上的输出总量。2024 赛季的规则调整（9）进一步增强了哨兵机器人的 DPS，令哨兵机器人拥有了超强的爆发输出能力，更有能力在几秒钟内击毁对方机器人。与此同时，拥有双发射机构的哨兵机器人更能发挥出自身的高 DPS，将会在 2024 赛季比单发射机构的哨兵机器人更有优势。单局输出总量的减少换来了更强的场上威慑力，也对哨兵机器人的视觉自动瞄准系统和自主决策系统提出了更高的要求。

从场上交互性方面考量，相较于 2023 赛季大多数单兵作战的哨兵机器人，2024 赛季规则调整（13）、（14）为哨兵机器人带来了更多的场上交互。2024 赛季的哨兵机器人可配合

雷达站的易伤效果开展联动作战，提高哨兵机器人的输出效率。当然也如上文所说，联动作战也建立在哨兵机器人自身强大的自主导航与决策系统之上。

从场上机动能力方面考量，2024 赛季规则调整（11）和（12）减少了影响哨兵机器人移动的障碍物，也对功率控制有了更高的要求。相较于本队 2023 赛季哨兵机器人不做功率控制仍可在场上稳定发挥，2024 赛季的哨兵机器人需要一套完善且功率利用率高的功率控制算法来支撑其在场上的自主运动。继续完善底盘控制算法仍是哨兵电控组的主要任务之一。

综合上述分析，可见 2024 赛季对哨兵机器人的自主导航、自主决策和视觉识别性能有了更高的要求。由此可知 24 赛季本队的哨兵算法组的重点目标即为设计开发出稳定可靠、性能优秀的自主导航、自主决策和视觉识别系统；哨兵电控组的重点目标是继续优化底盘、云台控制算法，开发底盘功率控制算法。

2.3.5.2 功能需求分析和研发思路

根据以上的规则分析，我们根据这赛季的规则导向并结合上赛季的设计方案，将本队 2024 赛季哨兵的功能需求及对应的基本设计思路整理为下表。

功能	性能需求分析	基本设计思路
自主定位、建图与导航	<ol style="list-style-type: none"> 1、在三维场景中准确定位自身位置，且具有良好的稳定性和重定位性能，可保证机器人在导航系统初始化后和丢失位置信息后及时恢复定位。 2、可以在三维场景中完成遥控建图任务，且所建地图无畸变、无空洞，可以满足赛场导航需求。 3、可以根据已有的地图在三维场景中完成路径规划、自动避障和轨迹跟踪控制。 	基于 ROS2 的 NAV2 导航功能包进行开发，使用 MID360 作为主要的 SLAM 传感器，使用 FAST-LIO2 作为定位算法，结合 NAV2 自带的路径规划器进行路径规划，使用 PID 控制器完成轨迹跟踪。
自主决策	可以根据裁判系统信息、雷达站信息、云台操作手信息和自身传感器信息自主决策机器人行为。	基于 ROS2NAV2 导航功能包的行为树设计哨兵机器人的决策系统。



更好的视觉识别瞄准	<ol style="list-style-type: none"> 1、可以稳定瞄准对方装甲板。 2、可以反制对方机器人的小陀螺运动，精确击打对方机器人的装甲板。 3、可以击打能量机关。 	基于 opencv 开源视觉库与 ROS2 开发稳定的、多功能的自动瞄准系统。
更加优化的底盘功率控制	<ol style="list-style-type: none"> 1、可以充分利用哨兵机器人常态 100W 的底盘功率上限。 2、可以利用超级电容在哨兵机器人爬坡和快速转移时加速。 3、受到外部扰动时不会超功率。 	根据哨兵机器人运动场景构建功率消耗模型，基于电机电流环引入底盘功耗预测。

2.3.5.3 研发进度安排

根据以上需求分析和设计思路，我们将 24 赛季新哨兵的开发进度做如下规划。

子项目	人力评估	人员技能要求	耗时评估
自主定位、建图与导航	算法组队员 1 名	对 SLAM 基本技术有较深入的了解，具备 ROS2 开发能力，会使用 C++ 书写代码	开发：5 周 调试：整赛季
自主决策	算法组队员 1 名	具备 ROS2 开发能力，对 NAV2 导航包有较深入的了解。充分理解哨兵机器人在场上的行动逻辑和策略。	开发：3 周 调试：整赛季
更好的视觉识别瞄准	算法组队员 1 名	具备 OPENCV 和深度学习相关知识，可使用 python 或 C++ 书写代码，对目标检测和跟踪有较深入的理解。	开发：3 周 调试：整赛季

更加优化的底盘功率控制	电控组队员 1 名	具备嵌入式开发能力，可独自开发较完整的嵌入式项目，对全向轮底盘运动学和控制理论有较深入理解，可根据哨兵机器人运动情况构建功率消耗模型，并设计控制器控制底盘功率输出。	开发：2 周 调试：整赛季
改进的云台及雷达安装支架	机械组队员 1 名 电控组队员 1 名 算法组队员 1 名	对机器人导航技术和激光雷达有了解，可以根据机器人导航系统需求设计雷达安装支架，同时改进现有云台。	开发：1 周 加工：1 周 调试：1 周

2.3.5.4 资源需求预估

基于以上的分析与规划，我们对 2024 新平衡步兵研发项目的资源需求做出如下表的估算。

子项目名称	所需物资	物资用途
自主定位、建图与导航	MID360 激光雷达、X86 工控机、改进的雷达安装支架和云台	开发自主定位与导航系统
自主决策	X86 工控机	开发自主决策系统
更好的视觉识别瞄准	X86 工控机、海康威视工业相机	开发自瞄系统
更加优化的底盘功率控制	场地道具	在拟真环境中开发测试哨兵机器人的功率控制算法
改进的云台与雷达支架	板材、紧固件、其它耗材	设计雷达支架以满足激光雷达安装需求。改进现有云台，优化其结构和控制性能。

2.3.5.5 人力资源预估

2024 新平衡步兵的研发有 23 赛季的技术积累作铺垫，同时在此基础上提出了一部分十分创新的功能，且由于团队能力较强的队员较为紧缺，本赛季平衡步兵的研发由队伍中的几名精英队员直接负责。

基于以上分析与规划，我们做出如下人员安排。

技术组	姓名	主要工作
算法组	高颢嘉	开发调试哨兵机器人的自动导航系统和自主决策系统
算法组	牟昱东	开发调试哨兵机器人的自动瞄准系统
电控组	林天朗	指导电控组队员开发哨兵底盘功率控制算法和云台控制算法
电控组	王昊坤	开发哨兵底盘功率控制算法和云台控制算法
机械组	刘天瑞	设计雷达安装支架，改进哨兵机器人云台
机械组	曹博淳	指导机械组队员设计雷达安装支架，改进哨兵机器人云台

2.3.6 空中机器人

2.3.6.1 规则分析

与 2023 赛季相比，2024 赛季与空中机器人相关的规则改动不大，规则调整主要集中在下列几个方面：

冷却时长进一步缩短，从 175 秒减为了 170 秒

每次的空中支援时长增加，从 30 秒增加为 35 秒

取消机动枪管概念，空中机器人包含的发射机构从允许安装机动 17mm 发射机构改为必须包含一个固有的 17mm 发射机构

规则改动（1）和（2）在减少空中机器人冷却时间的同时延长了滞空时间，比赛时操作手可在等待 170 秒冷却时间后呼叫 35 秒空中支援，但冷却时间于空中支援时间的总和依然不变，这意味着在不使用金币的情况下，7 分钟比赛时间内仍只能稳定呼叫两次空中支援，一共耗费 6 分钟 50 秒时间，而若是呼叫 3 次空中支援最多仍需向上取整花费 150 金币（将补弹 30 秒时间计算在内）。但是呼叫第一次空中支援时间往前提前了 5 秒，虽然很少，但若在比赛前 3 分钟左右进攻受阻时可以更快的介入比赛压制敌方的前哨站及地面兵种，为战局改变

提供机会。同时，空中支援时长的增加，使空中机器人在总弹丸不变的情况下有效打击时间小幅增加，这样可以让云台手和飞手更好的利用空中支援时间，同时降低拨弹轮的机械负荷，配合视觉辅助瞄准系统在保证 70% 命中率的情况下造成 3500 点伤害，而非仓促中降低打击质量，浪费宝贵的支援机会。

规则改动（3）对于上赛季已将 17mm 发射机构安装在空中机器人上的队伍影响不大，但是意味着该赛季所有队伍上场的空中机器人在理想情况下均具有打击地面兵种及建筑的能力，而非作为一个简单的空中侦察单位，这也对本队伍空中机器人的打击精度和速度提出了更高的要求，在两方队伍均未摧毁对方前哨站的前提下，先利用 170 秒冷却后的空中支援摧毁对方前哨站的队伍将获得战场及进攻上的主动权。

2.3.6.2 功能需求分析

功能	需求分析	基本设计思路
稳定飞行	无人机悬停稳定，抗扰性强，操控响应速度快	采用重量较低且强度较高的材料设计无人机主体部分，并在板材上预留美观合理的镂空以实现结构的轻量化
		研究全新动力安装方式及桨保设计方式，尽可能降低飞机结构对桨叶气流的阻挡
		合理规划电控元件排布，集中分配重心
		设计合理连接件加强结构件的强度，并避免之间产生相对扭转
		轻量化云台设计，并规划重心位置
		探究中置供弹等多种供弹方式，并通过仿真实验验证弹丸减少时的重心变化量
		完成组装后调节飞控系统参数，使飞行稳定，操控响应速度快
		对主要传感器模块进行屏蔽，避免电磁干扰
快速支援	高效快捷的补弹方式	合理排布补弹口位置，并规划具体的补弹方式，使飞手补弹操作更加方便



		设计合理的弹舱结构，使弹丸不易滞留在弹舱间隙
	高速起降及快速移动能力	探究动力更加强劲的动力系统，并研究多种无人机构型对于飞行的影响
		飞手探究更加合理的操控方式，减少无人机前往目标支援位置及返回停机坪的时间
精准打击	弹丸发射系统稳定不卡弹且重心集中	设计下置中央弹舱，在预装 500 发弹丸后依然可以保持重心相对集中稳定
		设计全新拨弹轮，防止卡弹现象
		设计较少弯曲和活动的供弹路径，实现弹丸流畅供给不卡弹
		设计新的摩擦轮机构，探究多种摩擦轮电机方案，实现对于弹速的稳定控制
	云台控制稳定且响应时间短	设计电控集成度高，轻量化的云台，降低控制算法设计的难度
		采用抗扰性较高的控制算法对云台的 Yaw 轴及 Pitch 轴，设计相应重力补偿算法消除无人机抖动对于云台的影响
	自瞄算法稳定精准	换用远距离图像识别分辨率高的工业摄像头方案
设计新的装甲板视觉识别与预测方案，保障开启自瞄时对不同距离物体的跟踪速度		
操作手界面辅助信息显示全面	设计合理全面的界面为云台手打击地面目标提供辅助信息	
供电稳定	无人机飞行部分与云台部分电源稳定且余量足够	采用合理的取电方案使云台均匀消耗 4 块电池的电量，延长无人机续航时间
		设计稳定降压模块将 48V 电压降为 24V 电压

安全飞行	无人机不存在重大安全隐患，飞行场地安全	合理组装无人机，并规划电控元件与线缆排布，方便飞手起飞前检查与维修
		制定完善的起飞检查手册，让飞手检查有据可依
		选择半封闭天井进行试飞，飞手可隔着矮墙对无人机进行试飞，保证人员安全

2.3.6.3 改进方向

组别	改进部分	具体改进思路
机械	机架部分	设计采用碳纤维板材和管材的无人机结构，并通过合理的镂空设计尽可能减轻重量，实现结构的轻量化
		采用倒置浆叶电机方案，这样可以在减少电机动力损失的前提下使浆叶平面靠近无人机的重心，提高飞行稳定性
		淘汰较重的独立式浆保设计，采用碳纤维整体式方形浆叶保护框设计，配合管夹和碳板连接件，在轻量化、降低动力损失的同时提高了抗撞击能力
		合理规划飞控系统、电控模块及元件、裁判系统、线缆的排布位置，并尽量使用 PCB 板代替线缆，在提高稳定性的同时减少了线缆和 XT 系列航模接口对内部空间的占用，能够更加集中的分配重心
		机臂和无人机中心板间连接采用管夹和尼龙打印件配合的方式，保证机臂在受力不均的情况下依然保持稳定，不相对于机身发生转动
		合理排布脚架位置，避免影响视觉定高定点模块、工业相机、图传模块的视角
	云台部分	轻量化设计云台，采用以碳板为主的结构设计，在保证强度的同时镂空以减轻重量，并集中分配弹仓和云台的重心，降低云台转动对于飞行的影响
	供弹方式采用中置供弹，在空中支援时保证弹舱中弹丸从中央均匀减少，降低了对于重心的影响	



	供弹及发射机构	无人机上层设置漏斗形状的补弹口，采用漏斗与透明塑料管道的方式补充弹丸，减少飞手在 30 秒内快速补充 500 发弹丸时漏弹的概率
		设计下置中央式弹舱，使弹丸不易滞留在弹舱间隙，且在预装 500 发弹丸后依然可以保持重心相对集中稳定于无人机中央轴线附近
		设计较少弯曲和活动的供弹路径，并保证弹路到预置弹丸处的弹丸数量为整数个，实现弹丸流畅供给不卡弹
电控	飞行部分	使用锡箔纸完全覆盖无人机飞控的电子罗盘模块并接地，降低外界磁场对于飞控 Yaw 轴稳定性的影响。
		使用含有金属屏蔽层的护线管保护重要信号线，如电机 PWM 信号线、CAN 线等，并作接地处理，提高信号线缆抗电磁干扰能力
		采用动力更加强劲的动力系统，提高无人机的上升和下降率
	云台部分	设计全新拨弹轮，使用带有防堵转保护算法的电机，在卡弹时适当反拨减轻卡弹现象
		设计新的摩擦轮机构，采用去掉减速箱的 M3508 电机作为动力，实现对摩擦轮转速的稳定闭环
		采用带有前馈的 PID 或 LQR 控制算法对云台的 Yaw 轴及 Pitch 轴电机进行控制，提高云台的响应速度，并设计相应重力补偿算法消除无人机抖动对于云台的影响
		实时通过单片机串口读取飞控陀螺仪、云台 Yaw 轴与 Pitch 轴角度、摩擦轮状态等信息，配合合理美观的界面辅助云台手确认云台朝向，为云台手打击地面目标提供辅助信息
	算法	自瞄算法
采用传统视觉与神经网络融合方案，提高摄像头采集图像的帧率，提高开启自瞄时的跟踪速度		
设计运动预测算法，融合弹丸速度数据实现对不同距离目标的精确跟踪射击		

硬件	无人机飞行部分与云台部分	将 4 块 Tb48S 电池两两串联后再并联形成可供无人机电机使用的 48V 电压后，云台降压模块直接从总电源线路上取电，均衡消耗 4 块电池电量
	电源	设计较为轻量化的 DC-DC 降压模块将 48V 电压降为稳定 24V 电压，作为云台供电电源

2.3.6.4 研发进度安排

根据以上需求分析和设计思路，我们将 24 赛季新空中机器人的开发进度做如下规划。

子项目	人力评估	人员技能需求	耗时评估
无人机整体结构设计	机械组 1 人	<p>机械组成员需要对无人机的飞行模式具有清楚的认识，了解无人机起飞和降落的方式，设计合适的起落架能够使无人机安全起飞和降落。</p> <p>规划平稳飞行的方式，按照规则要求留出桨保的空间，提高安全性。</p> <p>尽最大的能力降低机身的重量，减少电池的使用个数，合理安排电池架的位置。</p>	4 周
云台设计	机械组 1 人 电控组 1 人	<p>机械组成员需要对云台的大小进行评估，避免与机身产生摩擦和碰撞。降低云台重量，减少无人机整体的飞行负担。改进弹丸发射和储存的空间，避免出现卡弹的情况。</p> <p>电控组成员需编写控制云台电机旋转的控制算法，实现云台的 360° 旋转，熟悉对 Robomaster C 板的使用。</p>	4 周
飞机组装	机械组 1 人 电控组 1 人 硬件组 1 人	<p>机械组成员需在设计出整体结构和云台结构时预留安装电控设备与线缆的空间；</p> <p>机械组和电控组成员需清楚电源的供电模式和摆放位置，设计合理的线缆安装方式。同时还需了解各种硬件的功能，向硬件组成员提供改进需求；</p>	2 周

		硬件组成员需在机械组和电控组成员提出的需求中给出优化方案，简化布线以及提供供电解决方案，比如对于改进布线方案中引入分电板与主控板集成方案。	
平稳飞行	无人机全组成员	在比赛场地上需要飞手对无人机进行姿态上的控制，配合云台手实现空中支援，因此需要一名无人机组的成员来承担飞手的职务，能够使无人机在空中飞“8”字以及平稳起落，需要过硬的心里素质和责任感。必须通过飞手考核。	整赛季
云台发射弹丸	机械组 1 人 电控组 1 人 算法组 1 人	机械组成员需要设计合理的发射弹丸的枪口，以实现弹丸能够以固定的方向射出弹口，拥有平稳的弹道。弹舱设计合理，可以容纳大量的弹丸完成空中支援，需要对弹丸发射的原理有着基本了解。 机械组和电控组成员需要编写算法实现对摩擦轮的控制，稳定弹丸的发射速度和发射力度。 算法组成员需利用无人机云台的前置摄像头观察无人机云台下的赛场环境，设计出十字光标标记弹丸的击中位置，辅助云台手完成弹丸发射。	4 周
云台调试	机械组 1 人 电控组 1 人 算法组 1 人	机械组，电控组和算法组的成员协同完成云台的调试，改进弹道的轨迹和打击的准心，需要掌握控制算法和视觉算法同时实现的程序，协作完成任务	整赛季
硬件调试	机械组 1 人 电控组 1 人 硬件组 1 人	机械组和硬件组的成员一同完成机身的飞前飞后检测，包含无人机的零件和硬件功能是否能够正常运行，没有良好的硬件调试飞机无法正常起飞。并且拥有紧急预案，以应对各种特殊情况。	整赛季

2.3.6.5 物资需求评估

基于以上的分析与规划，我们对 2024 新空中机器人研发项目的资源需求做出如下表的估算。

子项目名称	所需物资	物资用途
-------	------	------

云台组装	GM6020*1(航向轴)、Robomaster C 板*1、Robomaster 分电板、荧光充电装置、亚克力板弹舱若干, 48V~24V DC-DC 降压板*2、去减速箱 M3508 电机*2、工业摄像头*1、Robomaster 裁判系统电源管理模块*1、Robomaster 裁判系统测速模块*1、Robomaster 裁判系统图传发送端*1、C620 电调*2。	组装云台
机架组装	碳纤维管若干、管夹若干、Tb-48S 电池架*4、分电板*1、3D 打印物件若干、Tb-48S 电池*4、A3 飞控系统*1、guidance 定高定点模块*1、渔网、好盈 X6 动力系统*4, 达秒电机(俯仰电机)。	组装机架
组装无人机	内六角扳手、电动螺丝刀、扭矩扳手、低强度螺丝胶、中强度螺丝胶、记号笔、电工胶布、剥线钳、电烙铁、风枪、焊锡、压线端子、电线、3D 打印机。	组装无人机
调试无人机	装甲板、无风环境、无电磁干扰环境、高速 Link。	对无人机的各种性能进行调试

2.3.6.6 人力资源评估

2024 赛季的无人机结构推倒了 2023 赛季的老无人机重新设计, 采取了下推式的四旋翼驱动方案, 整体式桨叶保护框, 利用四个电池供电, 采取了合适的降压方案, 为云台供电, 降低了无人机整体的重量。本赛季空中机器人的研发队伍中由新老队员组成, 完成了新老接替的任务, 为之后赛季的空中机器人设计提供了帮助。

基于以上分析与规划, 我们做出了如下的人员安排。

技术组	姓名	主要工作
电控组	刁敬源	主要负责无人机的平稳飞行、电气布线组装、控制算法设计。以及其他内容参与和监督。
机械组	曹博淳	主要负责无人机的机架设计、云台设计、无人机组装、新版无人机方案的提出。以及其他内容参与和监督。

硬件组	黄钰洲	负责无人机电池架为各电气设备供电的分电板输电方案、为云台提供稳定电压的降压方案
算法组	闫逸涵	负责无人机摄像头的视觉工作，识别打击的装甲板目标。
电控组	唐嫚嫚	负责无人机的控制算法，实现对电机驱动控制的算法。

2.3.7 飞镖系统

2.3.7.1 需求分析

新赛季的飞镖系统命中规整进行了如下调整：

增加了攻击基地时的难度选择，可选择目标为“默认位置”或“随机位置”。如果命中随机位置难度下的基地，不仅可以造成更高的伤害，还能对敌方全部机器人造成 25% 的血量伤害。

在飞镖设计上，飞镖最大翼展加宽到 250mm，镖体整体最大重量从 0.22kg 增加到 0.35kg，增加了镖体对于内部器件的容纳程度，鼓励飞镖的指导工作研发；

增加了自定义控制器作为控制飞镖发射架预留的运行方式，同样为飞镖制导提供的新的方案，将新兴的工程控制器进行迁移。

在飞镖发射机制上，增加了基地的装甲板偏移功能，同样是为飞镖制导功能而做出的提升，在能够攻击对面偏移目标的条件下获得更多收益，这一改动大幅提高了可制导飞镖的收益，使其可以成为压倒骆驼的最后一根稻草也可以是绝地反击的致命一击。因此完成拥有可制导的飞镖被提上日程。令飞镖组有了更加紧迫的需要去开发制导功能。

2.3.7.2 设计思路

飞镖架设计思路综述：

本赛季飞镖架不需要很大的改动。飞镖架底座中前部，使用 M3508 电机与丝杆的配合实现对发射台 pitch 轴的控制。使用 M3508 电机是因为其可以提供更大的力以支撑发射台的重量。发射台 yaw 轴转动是通过固定在飞镖架上的齿轮传动实现的。

由于飞镖的质量及体积进行增大，飞镖的发射机构和供弹机构需要被迭代。为保证飞镖有足够的初动能，发射机构使用三组摩擦轮赋予飞镖初动能。供弹机构是由一个可水平移动的装弹仓和固定于同步带的滑块组成，用于存储飞镖并将其从供弹机构推送至发射机构。飞

镖的体积导致最简单的四连放置难以满足长度上的尺寸规范，因此需要增大弹舱的体积。

飞镖镖体设计思路：

规则加大了飞镖的重量上限，翼展长度，镖体长度，并提高了可制导的飞镖的收益。因此我们决定在继承上一代飞镖的优点的同时加大尾翼翼展，优化重心位置。以提高其稳定性，改善其飞行姿态。为改进成为可制导飞镖打下基础。除此之外，优化飞镖电池和控制板的安装位置，使其更易使用更换和使用。

飞镖设计细节介绍：

1) 抬升机构

根据比赛规则说明，抬升机构需要满足飞镖发射角度 $25^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，这项条件相对简单，因此我们设计使用电机来提供动力，通过丝杆来传动以实现抬升。选用简单的三角形结构，可以在增强稳定性的同时方便角度的计算。



图 飞镖抬升机构

2) 转向机构

飞镖的打击目标为前哨站和基地，根据规则手册可知飞镖发射系统进行左右 7° 的转动即可瞄准目标。因此转向机构不需要太过复杂，能小幅转动机构的角度即可。通过 6020 电机转动齿轮实现机构的转动。

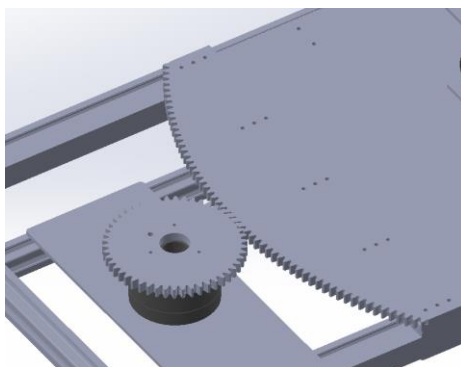


图 飞镖 pitch 轴转动机构

3) 换弹机构

由于本年度比赛放宽了飞镖的限制，并提高制导飞镖的收益。为实现飞镖制导，其长度将被增长。这导致最简单的四连放置难以满足长度上的尺寸规范，因此我们设计了水平方向

的换弹机构：使用齿轮和齿条的配合联合固定在滑轨上的弹舱进行有效的换弹。通过 2006 电机转动齿轮使弹舱进行平移。在弹舱上存在限位机构，以保证弹舱与发射轨道对齐。弹舱上方设有固定在同步带上的方块，可以在 2006 电机的驱动下将飞镖从弹舱推到发射机构

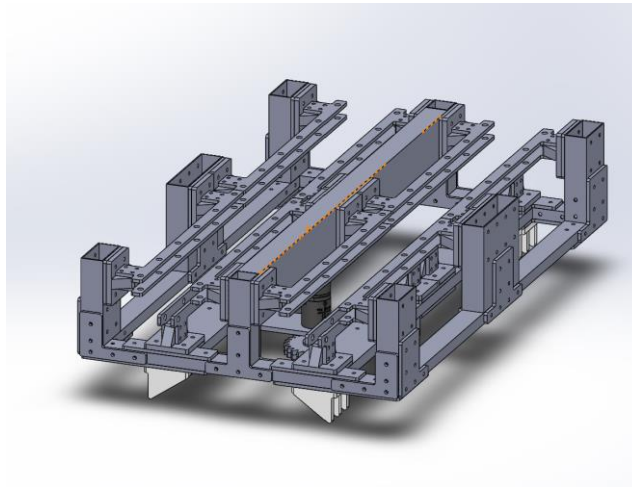


图 弹舱

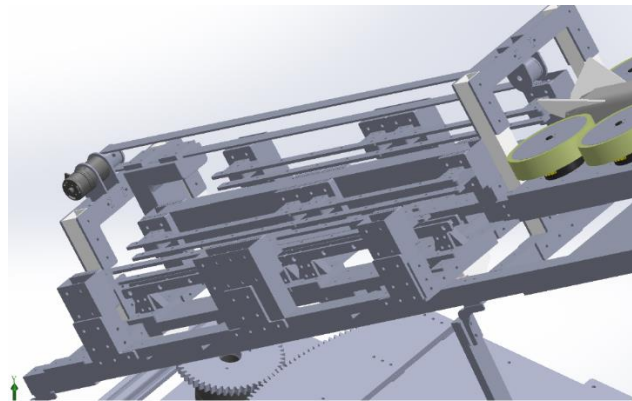


图 换弹机构

4) 发射机构

发射部分采用三组共六个摩擦轮进行驱动，由于气动需求，飞镖并没有与导轨相扣的设计，因此应当在加速时防止左右偏转。两组摩擦轮间距小于飞镖与摩擦轮配合的总长度，可以有效限制住飞镖，尽量满足发射方向的精准。

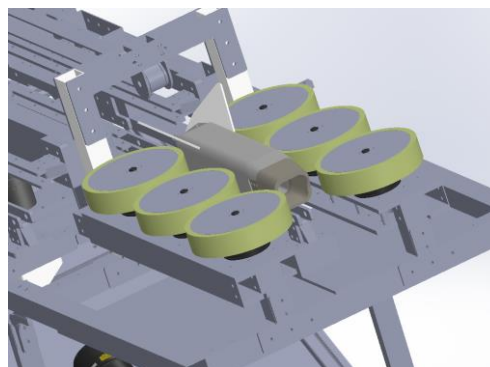


图 飞镖发射机构

5) 飞镖

飞镖采用结构简单的 3D 打印设计，头部使用四枚 M2.5 进行固定，内部电池采用滑槽配合，方便拆卸。同时在镖体内留下足够的空间，为舵机，相机，控制板的安装打下基础。由于飞镖尾翼极易损坏，我们使用其作为飞镖上的可更换部件，并对翼尖进行圆角优化，防止尾翼造成干涉。

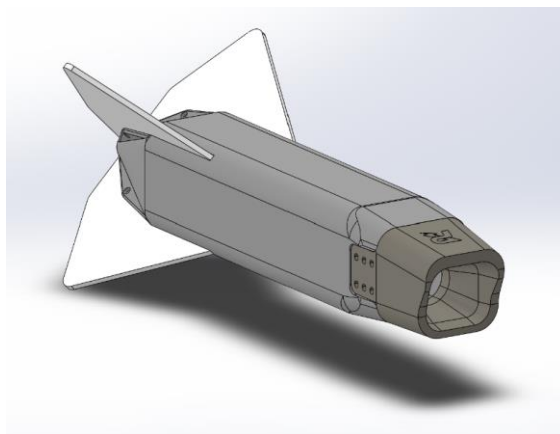


图 镖体

6) 程序逻辑

飞镖的 pitch 轴和 yaw 轴靠一个 GM6020 和一个 M3508 驱动。因为飞镖打击的目标是定点，距离高度已知，所以我们通过测试找到了飞镖架最佳的抬升角度，并且让 A 板记忆下来。于是我们在 keil5 里完善了 pwm 中断函数，让步进电机可以在我们想要的位置停下来。

```

96 |
97 | //pwm中断
98 |
99 | void HAL_TIM_PWM_PulseFinishedCallback(TIM_HandleTypeDef *htim)
100 | {
101 |     if(htim->Instance == TIM8)
102 |     {
103 |         if(++pwm_count) >= 100)
104 |         {
105 |             HAL_TIM_PWM_Stop_IT(&htim8, TIM_CHANNEL_1);
106 |             HAL_TIM_PWM_Stop_IT(&htim8, TIM_CHANNEL_2);
107 |             HAL_TIM_PWM_Stop_IT(&htim8, TIM_CHANNEL_3);
108 |             HAL_TIM_PWM_Stop_IT(&htim8, TIM_CHANNEL_4);
109 |         }
110 |     }
111 | }
112 |

```

图 飞镖程序

同时，我们还提供了一款新的发射架思路，相较于过去的利用 pitch 轴和 yaw 轴双轴同时调整两个自由度的方式，仅使用一个自由度 yaw 来进行横向的调节，通过对飞行轨迹的演算，改变初始速度来实现对目标的定位和打击。

为了实现电脑一键操作系统，我们使用 freertos 去合理分配系统使用时间，通过 HAL_Delay 来配置每个进程所用的时间。

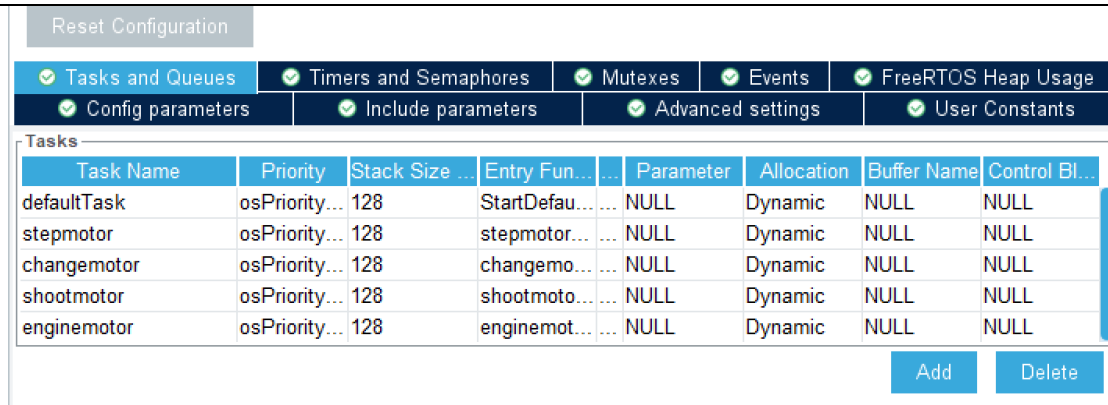


图 飞镖程序

我们飞镖架的换弹舱是通过 M2006 电机进行驱动的。我们已知 2006 驱动履带转动到的高度和 2006 转动一圈履带所转动的格数，配合 3508 减速箱的的减速比来计算出每格弹舱编码器的增量，最后靠位置环实现 2006 驱动履带转动到指定的位置。

软件系统的测试方面，我们进行了如下安排：

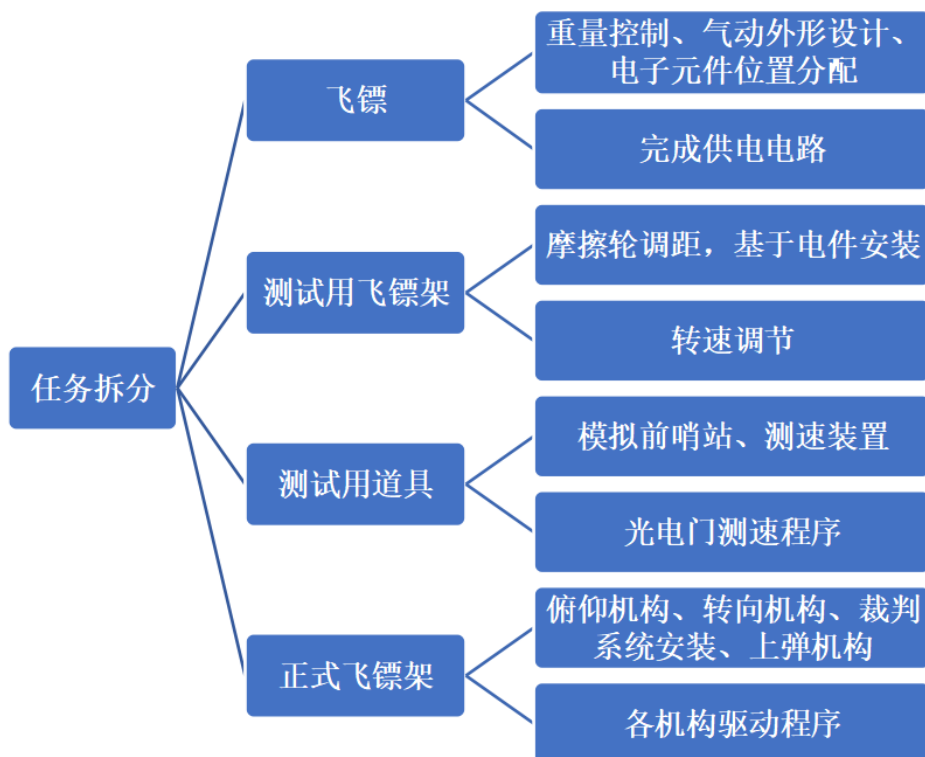


图 飞镖程序测试逻辑框图

7) 硬件框图

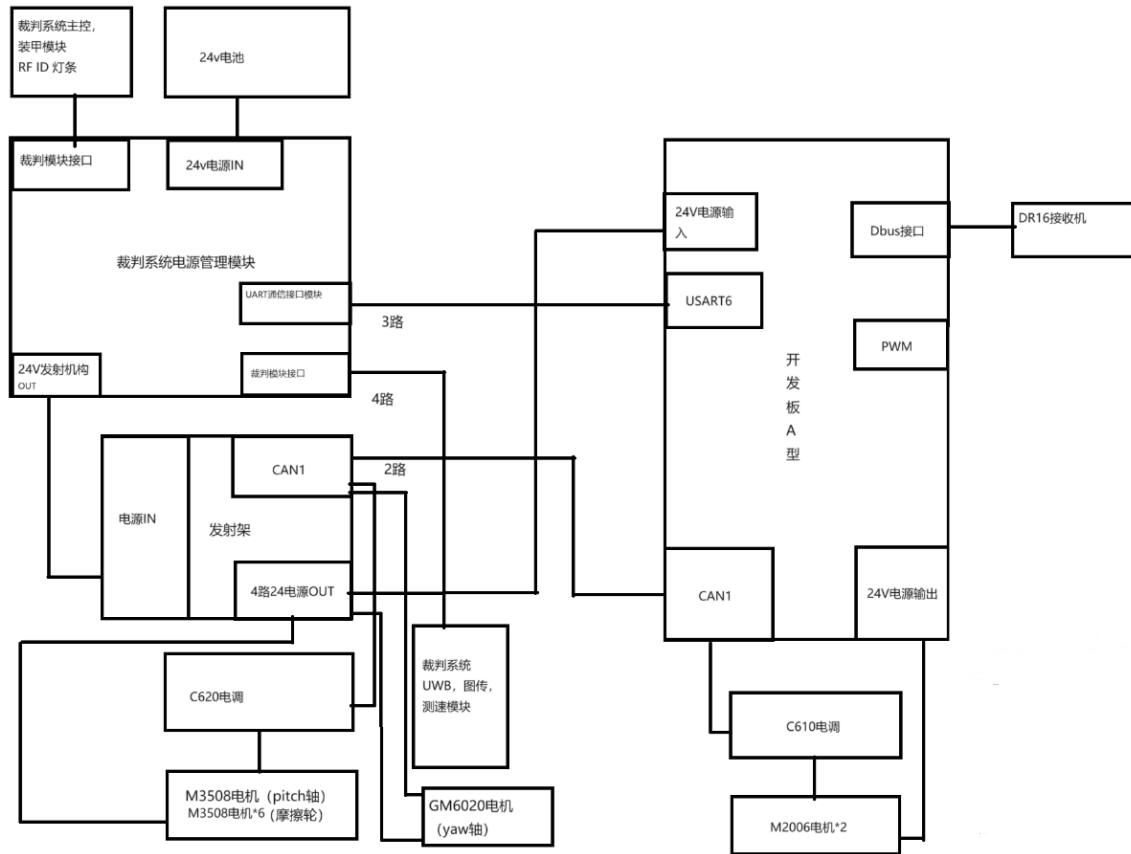


图 飞镖机器人硬件流程图

2.3.7.3 研发进度安排

时间	模块	具体任务	人员分配	进度
11.27 前	飞镖设计	初步确定飞镖的结构	机械组 1 人	已完成
	测试方案	设计测试用飞镖架并制作		
		设计测试用飞镖架的程序流程	电控组 2 人	进行中
12.15 前	测试方案	测试用测速光电门的制作及编程	电控组 1 人	未开始
		测试用模拟前哨站	机械组 1 人	进行中



1.15 前	决定方案	确定攻击前哨站及基地使用的仰角及摩擦轮转速	电控组 1 人 机械组 1 人	未开始
		设计飞镖架俯仰和换弹机构	机械组 1 人	已完成
		设计送弹机构	机械组 1 人	已完成
1.21 前	决定方案	完成飞镖架组装	机械组 2 人	未开始
		完成程序并安装	电控组 2 人	未开始
2.15 前	检验	解决问题，修改方案并测试	所有机械电控组 员	未开始
3.2 前	测试方案	测试加装激光瞄准器	电控组 1 人 算法组 1 人	未开始
3.2 后	测试方案	讨论制导飞镖可行性	所有成员	未开始

2.3.7.4 人力资源评估

角色	职责职能描述	人员要求	人数
负责人	飞镖组负责人，负责飞镖机器人的整体程序研发设计工作，带领组员完成飞镖机器人的设计制造工作，负责向运维组组长提交该组采购申请，管理团队成员工作。	机械组或电控组骨干，对于工程机器人有自己的见解，了解比赛规则，队内规则测评 85 分以上，具有较强的统筹能力和设计能力。	1

角色	职责职能描述	人员要求	人数
成员	飞镖组组长，负责飞镖机器人机械或电控方面的相关工作，受该兵种负责人领导，完成该兵种相关工作。	机械组或电控组中的正式组员	5

2.3.7.5 技术难点分析

角色	难点	分析
机械	<ol style="list-style-type: none"> 1. 飞镖镖体飞行姿态稳定 2. 如何设计一个可以自动制导的镖体 3. 从机械结构上改善换弹机构的卡弹问题 	<p>由于上个赛季，大部分高校的飞镖命中率都不低，许多用到了制导功能，而且飞镖命中后的作用极大，所以需要思考如何克服制导问题。在上赛季中由于缺少对于空气动力学有相关研究和专长的同学，导致飞镖镖体的设计上存在较大缺陷，甚至无法实现一个相对较好的飞行姿态，这就给本赛季飞镖的镖体改进留下了较多改善空间。</p>
电控	<ol style="list-style-type: none"> 1. 如何实现自动制导 2. 对于激光测距功能的加装与自动调节两个自由度的算法研发 	<p>实现自动制导，是 24 赛季的规则在飞镖方面所鼓励的，同时也是各大强队所重点发展的方向，所以本赛季将会准备对于制导飞镖的研发工作。同时，对于缺乏激光测距设备的研发导致我们对强队的技术代差也是需要重点关注的部分。</p>

2.3.8 雷达

2.3.8.1 规则分析

雷达可识别对方地面机器人的位置，并将该机器人的坐标发送至裁判系统服务器。在上赛季的规则中，若雷达识别的对方机器人坐标与对应机器人定位模块检测到的实际平面坐标的直线距离误差小于 0.8 m，则视为标记“准确”，若大于等于 0.8 m 且小于 1.6 m，则视为标

记“半准确”，若大于 1.6 m，则视为标记“错误”。每台地面机器人均有“被标记进度”，数值范围为 0~120。一次标记的准确与否与上次标记的准确性以及雷达发送坐标的时间间隔均会影响该进度，当对方机器人被标记读条进度大于等于 100 时，己方小地图将显示该机器人定位模块检测到的实际位置，将其进行特殊标识。在本赛季的新规则中，对雷达兵种又增加了新的机制，被特殊标识的机器人将获得-15%的防御增益(后文此类负数防御增益简称为“易伤”)。反之，则只显示己方雷达发送的该机器人坐标对应的位置，且不会将其进行特殊标识，也不会有其他效果。当雷达每累计使对方机器人易伤 1 分钟（不同对方机器人不累加），将会获得 1 次可累加的机会，雷达可以通过裁判系统主动发送命令消耗机会，并使当前所有正处于易伤状态的负防御增益数值由-15%改为 30%，持续 10 秒。每局比赛中，雷达至多可以触发 2 次该效果。

这一新规的出台大大提高了雷达的上限，新赛季中，准确识别带来的收益不再仅是在操作手小地图上标点，还能为我方兵种的输出能力带来可观的提升，无论是优势下加快比赛节奏还是劣势下阻挡进攻，15-30%的易伤都是不可忽视的。具有雷达和不具有雷达的队伍在中期火力会产生较大的差距，因而装配雷达的优先级得到了较大的提升。

2.3.8.2 设计思路

新赛季是本战队首次开发雷达兵种，将其开发思路宏观总结如下：

1) 对方车辆定位

第一点即对方车辆定位，也为雷达站最核心的功能。该功能于比赛中除了上述提到的收益外，还为雷达站进一步的自动分析和决策提供了可能，其精度决定了分析和决策的可靠性。该功能实现主要依靠神经网络给出车辆的图像预测框以及对激光雷达点云和图像预测框信息融合来得到车辆相对于相机的位置，此外为了准确得到车辆的世界坐标，相机相对于世界坐标系的位姿估计也是一项十分重要的工作。

2) 雷达自动决策

第二点为雷达重点区域关照和决策。该项功能决定了雷达站这个兵种的上限，这部分会根据事先设置好的阈值和固定位置,重点关注一些对方出现几率高和风险高的地区，例如环形高地，大小能量机关打击点（打击时间内），资源岛小道以及飞坡公路区，这部分都可能会对战局产生重大影响，在准确获取坐标后操作手的小地图会显示敌方的高危动作（比如飞坡偷家，英雄吊射），可以及时的进行回防和改变部署，起到为操作手提供全局视野的作用。

细节方面，以下面流程图为蓝本：

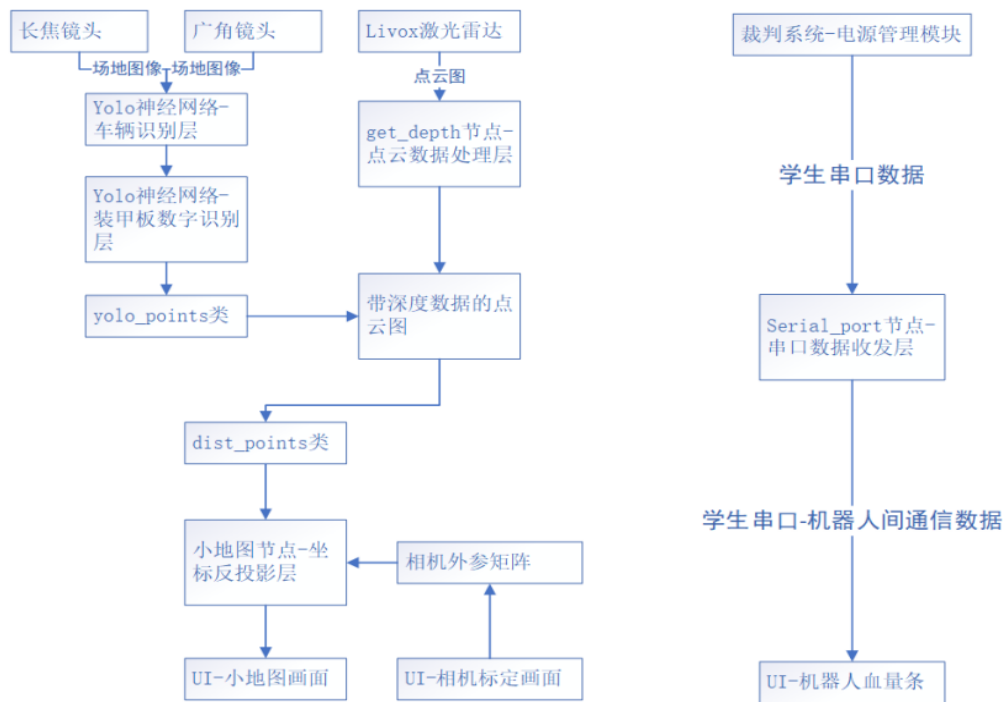


图 雷达识别流程

3) 收集数据集

自主录制与开源数据集结合,如 DJI ROCO 数据集、RMCV 视觉开源数据站中的数据集。在标注时会分成两类,一类是兵种整车数据集用于判断对方车辆类型,同时在标注完成的基础上会使用脚本将车辆和错误识别进行标签的替换,作为前期二分类数据集。

4) 识别功能

目前有两种对于对车辆及其兵种类别进行识别的方法,一种是使用自制的神经网络进行。在训练中使用自制数据集上进行训练,使用 PCL 点云库对 Livox 激光雷达获取的场地点云图进行处理,得到每个点距离雷达的距离数据。使用事先标定好的雷达与相机之间的旋转平移矩阵将车辆识别框投影至点云图中,对每个投影框内部的点的深度求取距离统计值(依照点个数多少分别取不同的统计值),得到该车辆相对雷达站相机的距离,利用赛前 3 分钟之内标定好的相机与场地外参矩阵及含深度的二维坐标,求解出车辆的世界坐标,完成车辆世界坐标的解算发送给裁判端。

5) 串口通信

串口通讯是雷达站发挥作用的重要窗口,通过官方的小地图通信和车间通信,以及裁判系统下发的其他消息,可以大大提高雷达站这个兵种的上限。我们预计使用了 USB 转 TTL 模块实现雷达站运算端和裁判系统的通信。使用了 ROS 的 serial 包实现。同时也需要针对裁判端的通信协议进行一定的修改。

2.3.8.3 研发进度安排

角色	职责职能描述	人员要求	人数
负责人	雷达负责人，负责雷达机器人的整体程序研发设计工作，负责主要雷达算法开发。	算法组骨干，具有 3D 开发相关经验或相关专业。	1
成员	算法组组长，主要负责彩色相机端识别程序的开发，配合主要负责人进行雷达识别结果的匹配。	具有一定深度学习基础。	1
成员	算法组组长，主要负责彩色相机端位置预测的程序撰写。	具有一定深度学习基础。	1
成员	算法组组长，主要负责雷达和相机之间的通信以及裁判端通信和主要识别流程程序撰写。	具有一定深度学习基础。	1

2.3.8.4 重难点

1) 世界坐标解算

在实际的识别过程中，点云信息无法直接获取相对距离，同时在场地图中雷达的位置也无法作为原点，有高度差的情况下也需要考虑多一维度的坐标转换。

2) 车辆识别

同样，雷达内部需要提取车辆的点云信息，但是由于场地的复杂性，敌方车辆在敌方半场是无法被相机的完整清晰的捕捉，雷达的点云信息也会受到影响，

3) 车辆类型和车辆位置的匹配

雷达无法准确识别各个队伍的车辆外形，因此需要对得到的深度和点云信息进行匹配。同时还需要考虑识别速率和识别效果两个方面，如果双方识别速率差距过大，要保证识别结果的稳定性保证锁定，识别效果如果偏差过大会击打的影响锁定的效率，因为需要保证结果设定一定阈值，超过阈值保持原有结果直到获取到稳定结果。

4) 移动位置预测

由于敌方车辆移动速度较快，增加位置预测有助于提高识别的跟随性（需要精准锁定一段时间才可以获得易伤 buff）。无论是对方有意躲避雷达，还是场地遮挡，增加预测可以延长识别的时间和设定重点区域。

5) 通信

这部分涉及到串口的解析和快速通信，需要作为基础的主程序进行联调。

2.3.9 人机交互

2.3.9.1 机器人状态指示灯组

在 2023 赛季的比赛过程中，本队的机器人多次出现无法显示图传 UI 界面的问题，导致操作手无法获取机器人关键状态并操控机器人。经过赛后复盘分析，我们发现此问题的原因之一可能是赛场裁判系统自身刷新不及时导致 UI 界面无法加载。在参考了以华南理工大学华南虎战队步兵机器人为代表的多个优秀设计后，我们决定结合自身需求和技术储备设计开发一款可以安装在图传镜头前下方、可以实时显示机器人关键状态的多色指示灯组。

本机器人状态指示灯组包含以下产品特性：

拥有不少于 5 个 LED 灯，用于独立表示机器人各分系统工作状态。例如发射机构状态、弹舱门状态、小陀螺状态、超级电容状态、轮腿朝向状态和自动瞄准状态等等。

所有 LED 灯均为 RGB 灯，用于表示分系统的不同工作状态。以表示发射机构状态的 LED 灯为例，绿灯表示发射机构上电，但未开启摩擦轮；红灯表示发射机构断电，无法发射；蓝灯表示发射机构正常且摩擦轮已启动，可发射弹丸。

配备有嵌入式控制器，如 STM32F1，可通过 CAN 总线接收云台控制器指令控制灯组状态。

灯组模块具有强稳定性，做到全使用周期无误显、无断联。

灯组具有均光板、隔光板和保护外壳，可以在确保自身防护性的同时兼顾显示效果。要求灯组可以承受 17mm 弹丸击打，在图传画面中做到亮度适中无炫光、根据指令进行状态显示切换稳定且迅速。

灯组使用无损方式进行固定以兼容不同机器人，建议采用粘贴或捆绑的方式固定，需选用粘接牢固且可移除的粘接剂或符合安装需求的扎带。

本机器人状态指示灯组预期实现以下目标：

外形尺寸和显示功能可兼容目前队内的英雄机器人、普通步兵机器人和平衡步兵机器人。

可通过控制板的 CAN 总线通信接口完成通信和供电。

在赛场中清晰稳定地显示机器人状态，辅助操作手控制机器人。

根据以上的需求分析和预期目标，我们对此产品的研发工作做出如下规划：

子任务名称	人力资源需求评估	任务目标	任务耗时预估



元件选型及采购	硬件组队员 1 名 电控组队员 1 名	1、选择合适的 LED 贴片灯组及其外围电路元件。 2、选择满足控组需求的 MCU 和 CAN 总线元件。	1 天
电路原理图绘制	硬件组队员 1 名 电控组队员 1 名 机械组队员 1 名	绘制合理的原理图以满足产品功能需求。	1 天
PCB 布线和送加工	硬件组队员 1 名	在尺寸约束与接口位置约束的前提下绘制出合理的 PCB 布线。	1 天
灯组外壳设计与出图加工	机械组队员 1 名	设计符合尺寸要求和功能要求的灯组外壳，并及时出图送加工。	1 天
灯组制作	硬件组队员 1 名 机械组队员 1 名	制作出稳定可靠的灯组。	2 天
灯组嵌入式固件编写调试	电控组队员 1 名	编写出稳定可靠、满足功能需求的嵌入式固件程序。	1 天

2.3.9.2 基于 DELTA 并联臂和三轴云台的自定义控制器

由于工程组项目管理问题，本队在 2023 赛季未能让配备有吸盘机械臂的新一代工程机器人登场参赛。在 2024 赛季，工程组为了弥补遗憾持续发力，设计了基于 SCARA 机械臂的工程机器人，为了让操作手能够更方便快捷地控制工程机器人全场移动并完成取矿、兑矿等操作，团队决定研发一种自定义控制器。在参考多方开源资料、比赛录像以及成熟的商业产品后，我们汇总了如下的自定义控制器研发方向。

基石技术	技术方向	具体研发方向	方案优势	方案劣势	成本估算
------	------	--------	------	------	------

<p>基于视觉-惯性里程计技术的位姿测量</p>	<p>VIO 位姿估计式自定义控制器</p>	<p>使用一个安装有英特尔 RealSense T265 相机的手柄直接输出相机的六自由度位姿，并将此位姿作为工程机器人机械臂的末端期望位姿输入至机械臂控制算法中。</p>	<p>1、可以使用成品的 VIO 设备进行位姿测量，开发方便。 2、成品 VIO 模块测量准确度高，零点漂移和累计误差较小。</p>	<p>1、成品 VIO 模块价格较高，团队财务压力较大。 2、VIO 模块需要有清晰的视觉特征才能稳定测量自身位姿，一般会为其配备内侧贴有棋盘格的手柄操作筐，不便于携带的同时限制了手柄的活动范围。 3、手柄和机械臂的位姿对齐较难，需要特殊算法和特定的操作方式。</p>	<p>3000 元左右</p>
<p>基于惯性传感器的位姿测量</p>	<p>末端位姿测量式自定义控制器</p>	<p>在控制器手柄处安装惯性传感器测量手柄的六自由度位姿，经过滤波算法处理后将此位姿作为机械臂末端期望位姿输入至机械臂控制算法中。</p>	<p>1、成本低。 2、易于开发。 3、控制器灵活范围较广。</p>	<p>1、单 IMU 测量手柄位姿存在漂移和噪声，对数据处理要求较高。 2、手柄和机械臂的位姿对齐较难，需要特殊算法和特定的操作方式。</p>	<p>1000 元以下</p>



	人体关节位姿测量式自定义控制器	将惯性传感器绑定至人体手臂的关节处，获取人体手臂各个关节的六自由度位姿。经过滤波处理后将手臂各个关节的位姿映射至机械臂的各个关节，以此控制机械臂运动。	1、可以简化机器人逆运动学解算器和机械臂控制算法。 2、成本较低。 3、控制器灵活范围广。	1、IMU 测量人体关节位姿时存在数据漂移和噪声，对数据处理的要求较高。 2、人体关节位姿和机械臂位姿的对齐较难，需要特殊算法和特定的操作方式。	1000元左右
--	-----------------	---	---	---	---------

<p>基于编码器的位姿解算</p>	<p>平移滑台-三维云台式自定义控制器</p>	<p>设计一个拥有三个平移自由度的滑台，并在滑台上安置一个拥有三个旋转自由度的三维云台，云台末端安置控制器手柄。同时在手柄内安装惯性传感器。将各个编码器的角度数据输入至机构正运动学解算器中求得控制器手柄位姿，将算得位姿和惯性传感器测量位姿融合后作为机器人末端的期望位姿。</p>	<p>1、编码器测量无漂移无噪声，数据处理难度低。 2、正运动学解算简单，可以准确获取手柄位姿。 3、控制器灵活范围较广。 4、可使用电机进行反向驱动完成控制器回中和位姿对齐，方便易用。</p>	<p>1、机械设计难度较高。 2、重量大体积大，较难携带。 3、电控算法较复杂。</p>	<p>2000元至3000元</p>
-------------------	-------------------------	---	---	--	--------------------



	<p>并联机械臂-三维云台式自定义控制器</p>	<p>设计一个基于 DELTA 并联机械臂的拥有三个平移自由度的机械臂，在其上安置一个拥有三个旋转自由度的三维云台，云台末端安装控制器手柄，同时在手柄内部安装惯性传感器。通过解算 DELTA 机械臂和三维云台的正运动学求得手柄位姿，并与手柄内部 IMU 测得数据融合。将融合后的位姿作为机械臂末端期望位姿。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、编码器测量无漂移无噪声，数据处理难度低。 2、正运动学解算较为简单，可以准确获得手柄位姿。 3、控制器灵活范围较广。 4、可使用电机进行反向驱动完成控制器回中和位姿对齐，方便易用。 5、机械结构反驱效率高，有升级至力反馈操控器的潜力。 6、适当的机械设计可以使控 	<ol style="list-style-type: none"> 1、机械设计难度大。 2、电控算法复杂。 	<p>2000元至3000元</p>
--	--------------------------	---	--	---	--------------------

			制器具备折叠收纳的能力，可以减小体积便于携带。		
--	--	--	-------------------------	--	--

基于上述研究分析，团队决定开发一款并联机械臂-三维云台式自定义控制器，配合自主研发的多功能人体工学手柄和多模式控制系统完成工程机器人的运动控制。

2.3.9.3 基于多机通信的地面兵种状态联动 UI 界面

通过对 2023 赛季比赛进行复盘分析并继续进行模拟器训练，团队发现：在操作手全神贯注控制机器人时，往往会因为注意力集中在画面中央而不能及时通过 UI 界面上方的本方机器人状态栏和 UI 右下角的小地图获得其它机器人的状态信息。同时由于操作间中语言交流速度较快，在紧急时刻往往信息密度较低。这导致步兵机器人操作手往往不能通过屏幕第一时间关注到英雄机器人的状态并给予及时的保护和救援措施。

因此，团队决定基于裁判系统多机通讯机制，在原有的 UI 界面的准心附近增加机器人状态联动提示功能，将英雄机器人和步兵机器人的状态进行双向实时共享，优化操作手信息获取方式，使操作手能专注地操控机器人且不遗漏场上关键信息。

2.4 技术储备规划

2.4.1 通用技术储备

2.4.1.1 算法组技术储备规划：

概况

在过去的 22 赛季和 23 赛季，我们分别使用传统算法和深度学习算法进行自瞄和能量机关的激活，但是效果差强人意，在识别率和识别速度上各有优略，因此本赛季需要结合使用。

在传统方面，我们已经积累了一些识别策略，并且在初期的开发当中取得了不错的效果，在这赛季重新启用传统视觉也是希望发挥传统视觉速度优势。

在深度学习的卷积神经网络方面，在 23 赛季的实战当中证明了自己的鲁棒性，但是也暴露了自身识别速率不够快导致帧率较低的问题。算法组已经积累了一些使用开源模型（例如

yolo 系列) 和对应的全流程的训练应用过程, 但是缺少自研能力, 本赛季在不影响开发的情况下, 需要积累相关网络的调试经验和对应的使用场景的针对性开发, 争取研发出针对不同场景的针对性神经网络和通用神经网络。

在雷达方面, 战队现在没有雷达的相关技术储备, 一些研究和可行性调研停留于纸面, 在本赛季官方加强雷达之后 (也是官方希望发展的目标) 希望在本赛季将雷达投入研发阶段并且尽可能投入实战当中, 计划使用激光雷达和彩色相机进行开发, 在雷达识别到目标之后交由彩色相机获取实时图像进行目标识别。

在研发流程方面, 算法组缺少一个合适的研发流程, 无法将自瞄任务进行拆解, 所有的车辆均使用一套代码进行视觉任务。同时也没有针对任务场景进行细化, 比如英雄的自瞄追求精准, 但是步兵识别速度要求较高, 两者使用同一套代码制约了识别效果的上限。

在经验积累方面, 算法组始终没有建立合适的教学计划和相关系统性学习的资料, 所有的教学依赖于 RM 论坛的优秀开源和视频网课, 尽管组内会撰写一些教学大纲和技术指导路线, 但是学习始终依赖于组员的积极性和自学能力, 导致经常出现青黄不接的情况。由于算法组学习内容较多且专业性较强, 组员学习时间较长难度较大, 需要整理相关资料进行培训体系的开发。

基于传统视觉预处理的深度学习的自瞄识别算法开发

(1) 已有技术积累

1) 识别方案:

赛季采用的是 yolov5+tensorRT 加速的方案, 这种识别方案降低了环境对于识别效果的干扰, 但是识别速度较慢, 在硬件性能不足的情况下很难发挥出实际的效果, 同时识别效果可能会出现较大的波动, 电控方面和操作手容易受到干扰。因此本赛季需要引入传统视觉进行前期处理。

2) 数据集:

赛季调试的过程当中, 训练模型效果与数据集质量和种类有很大关系。尽管给予数据集多种增强效果之后仍旧产生较大影响, 且数据集规模庞大训练吃力, 因此这赛季需要精简数据集规模, 在 OpenCV 处理后得到的 ROI 图像无需手动画框, 只需要分类, 同时可以大幅减少数据量和训练时间。同时对应的数据增强手段也可以在原有数据集上进一步使用, 制作新的补充数据集。

(2) 新赛季研发目标

我们将视觉识别分为三个任务, 即 OpenCV 预处理, 卷积网络分类和预测功能。具体流程

见下图。任务目标见表格。

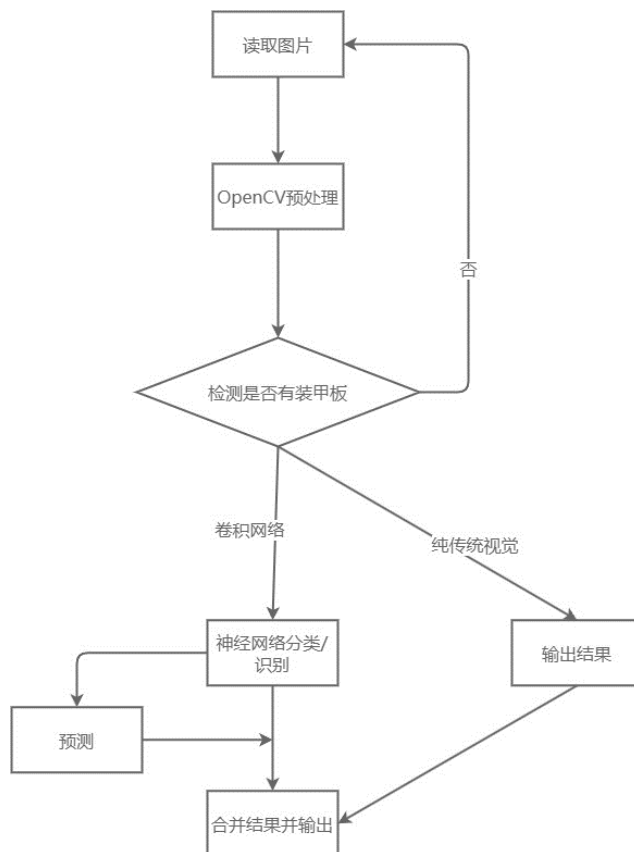


图 自瞄算法流程图

状态	前期 OpenCV 预处理	深度/传统视觉识别	深度/传统预测
输入	原始图像或者通过相机 SDK 处理过的图像	经过处理的 ROI (二值化图/经过位置还原的部分图片)	一个标签或者多个标签 (单个目标/多目标)
输出	一张大小不超过 224*224 的二值化的, 矫正后的装甲中心图像根据条件筛选出的初步 ROI	标签或者坐标 (还原到原图上) (或者两者, 使用目标识别算法)	下一帧或者几帧的位置

在目标识别的深度学习 模型选型方面,我们倾向于选择更为先进的 yoloX,相较于 YOLO 系列的其他框架,YOLOX 有如下的改进:将 Yolo-head 修改为 Decoupled head,新增 Mosaic 和 Mixup 数据增强方式,采用 Anchor-free,使用 SimOTA 标签分配策略。

相较于比 yoloX 更新的网络,yoloX 网络参数量更少并且足以满足识别需要,更大的网络在有限的时间和算力的情况下难以同时满足效率和识别效果,同时也会在 yoloX 原有网络结构上进行改进,增加误识别过滤来保证识别效果。同时也会加入 trt 加速进一步提高识别速度,将 pth 权重文件转化为 engine 文件加速推理。

而对于普通分类任务来说，在相机 I/O 读取速度占总识别时间的情况下（10ms 左右），两者可以同时进行进一步提高速率，在进行网络进行推理的同时可以读取下一帧图片。对于分类任务的选型则是采用残差网络进行分类，尽管参数量可能并没有优势，但是计算量较少，计算时间相对更短，也可以进一步进行 trt 加速提高效率。使用普通分类神经网络可以进一步减少数据集标注的时间成本。

对于预测任务，我们已经尝试在旧版本 yolov5 网络上部署 DeepSort 进行装甲版位置预测，效果可以满足操作手需要，因此需要配合神经网络进行部署。同时论坛也有类似的开源可供参考。由于预测是全新功能的尝试，需要更多的时间进行开发。

对于传统算法我们也没有放弃整体开发，在打符和自瞄全流程也采用了纯传统算法来保证算法的可用性和普适性。

基于传统视觉兑换站姿态解算算法开发

（1）已有技术积累

兑换站：机械已经开发出模拟兑换站的外壳同时实现灯光效果，在进的经济体系强调了兑换难度的情况下，需要进行兑换站姿态解算的算法开发。

（2）新赛季研发目标

识别方案

通过传统视觉识别角点，同时通过 pnp 算法计算距离，通过两侧（一侧）的灯条畸变程度确定兑换站形态，并根据姿态进行自由度解算。

2.4.1.2 硬件组技术储备规划：

超级电容

1) 超级电容存在的必要性：

由于赛事规定，电源只能为底盘提供 30w 的功率。这使得我们的底盘移速只能维持在一个特定的功率。为了使得底盘能够获得更足的马力，我们可以接以电容，使得底盘能够以更大功率运行，能在追击，逃跑，拉扯中获得更大优势。

2) 现有电容的弊端：

我们现在所使用的电容属于雾列控制，结构是电源-dcdc-（电容//底盘）。这会带来两个问题：其一是电容和底盘并联无法改变连接，电容放电过低时电调无法启动，非定常的电压也无法让电调最有效地工作。而电容也有 10v 左右的电压无法取出。其二是机器人在跑路状态下，假如电容处于低电位，那么电源会给电容和底盘同时供电，无法让电源的电全部提供给机器人。

3) 解决方案:

电源-dcdc-电容-dcdc-底盘: 这种方案能够解决上述问题, 但是会带来两个新的问题。一是两个 DCDC 会带来更高的 功率损耗。而且在电容电压更低的时候, 电流更大, 效率会更低, 问题更加显著。二是这个 方案比较贵。因为需要两个 DCDC。

(电源//底盘) \Rightarrow dcdc \Rightarrow 电容: 这个方案是时下最经济, 最效率的方案。在底盘需要很大功率时, 电容和电源可以一起 给底盘供电; 当底盘不需要很大功率时, 电源可以给电容充电, 以备底盘的大功率需求。当电容电位过低时, 可通过软件控制让电源电压只加在底盘上。

降压板

上赛季中我们通过数次打板焊接测试验证, 通过调整电感的位置以及对于铺铜的重新设计使得其能够很好的进行降压, 并在一定时间内维持电压的稳定, 对于小电流的供电测试也顺利通过。在这个赛季中, 对于降压板我们还需要进行更大负载的测试去检测其大电流的承载情况。

功率板

在本赛季中, 我们对于超级电容的机械结构进行了重大改变, 其中我们对于功率板的连接部分从以往的铜柱传导更改为目前的通过 XT30 接口进行电源的链接及反馈、CAN 口对于 PWM 信号的传输。

其功能与上一版没有区别, 其性能属性维持一致, 只是这个铝基板的钻孔还得再根据三个板子全部制作完成后的实际情况进行超级电容总体外壳的设计进行打孔, 反正目前这个板子的功能是没有问题的。

控制板

目前控制板与上一版相比, 去掉了 DCDC 部分, 将信号处理分发的功能集大成于一体, 同时采用 6 层板的设计, 将板子的大小进一步缩减, 与上一版相比, 面积缩减 20%, 但是对于背面的空余面积还没有完全的利用, 在下个赛季中将进行更为详细的设计, 尽可能争取将剩余的部分也能够进行利用, 将整个超级电容的所占空间进行缩减, 方便机械的设计。

同时, 对于其功能的验证因降压板的打板进度而受到阻碍, 在下个赛季将进行控制板的功能验证以及程序的编写测试, 大致完成 BUCK-BOOST 升降压、电流电压检测、MOS 开关设计等功能的实现, 争取在下个赛季的联盟赛的时候能够用上我们自己的超级电容控制板, 实现充电放电的自由切换以及灵活调整, 不再受充电不足放电不够的折磨。

原理图以及 PCB

主控芯片采用 STM32G474RET6, 此封装下 IO 口数量足够的同时, g4 系列主频高达

170M，三路 FDCAN，性能优越。辅助电源通过二极管隔离从 BUCK-BOOST 电路的输入端和输出端取电，经过 XL7005A 变换产生直流 12V，在通过 AMS1117-3.3 变换产生 3.3V、A3.3V 两路电源；直流 12V 为驱动芯片供电以驱动 MOS 工作；直流 3.3V、A3.3V 为 STM32G474 和运放供电。输入输出电压通过运放采用差分电路将输出电压按比例缩小至 ADC 能够采样的范围，再使用 ADC 采样，软件解算出输出电压。输入电压采样是通过 G474 内部运放按比例缩小再送到 ADC 进行采样的。

MOS 管驱动器采用 TI 具有独立的高侧和低侧驱动的半桥驱动芯片 UCC27211，该芯片内部集成自举二极管，外部需要连接自举电容，采用自举升压的方式驱动高侧 MOS 管；自举电容选取 $0.47\ \mu\text{F}$ ，芯片驱动电流峰值高达 4A，最大引导电压直流 120V；在 PWM 信号输入引脚加 $10\ \text{k}\Omega$ 的下拉电阻，防止 PWM 信号输入开路或高阻时 MOS 误动作；MOS 管驱动电阻采用 $2\ \Omega$ ，芯片内部不带有死区功能，为防止上下桥臂通时导通，需要在软件上实现死区功能。

集成 BUCK-BOOST 多路切换方案

这一版对于上面的手搓 BUCK-BOOST 进行了相对应的改进，同时完善了对应的电路流经管理。

SC8701 自动升降压

我们通过采用 SC8701 来实现自动的 BUCK-BOOST，满足双向电池电容的升降压要求。

路径切换

就之前所提及的超电模块的问题，虽然可以通过继电器去解决，但是这种方法还是太不优雅了，有损 PIP 战队的科研形象，所以我们还是在网上寻找一些由 MOS 开关组成的通过 PWM 传输高低电平进行超电及电池供电的切换。

但是在实际的过程中，这个开关板在切换的时候假若辅助电源的电压（即超电）小于电池电压，那么我们 PWM 控制将会失效。

我们推测可能是在原有的板子上电阻的连接与典型电路有些出入，但是询问淘宝客服其不愿意公开其原理图，对于此我们自己手搓了一个出来，通过主控的控制既可以方便地进行切换。

开源无线 Link 组装测试

本赛季中，我们找寻到一款开源的无线 Link，能够通过射频模组烧录程序，其速度与有线的 STLinkV2 相一致，方便快捷。在本赛季中，硬件组一共产出三对 Link，其中截至到超级对抗赛结束之后存活一对毁坏一对丢失一对。

对于 Link 产出速度慢的问题：在焊接的过程中，我们多次发现：此开源设计的主控芯片以及射频芯片对于温度极为敏感，因为我们采取风枪去焊接 0402 电容及电阻，若没有严格按照我们所指定的焊接步骤去焊接的话风枪极易损坏主控以及导致射频模组内部元器件的脱落，所以我们正在研究对于 0402 的元器件采取尖头烙铁的焊接，这需要我们对于队员进行更多的焊接培训以及日常的加强训练。

对于 Link 赛场毁坏的问题：在原本的设计中是存在外壳的设定的，但是在日常的使用中我们忽略了这一点导致在赛场中车上的 Link 以及备赛期间产生了一定的磕碰所导致的损坏，在下个赛季中我们需要为我们的无线 Link 设计一个更加贴合的外壳，根据装车以及携带的不同特点进行设计，甚至在画车的时候能够设计一段空间出来将无线 Link 放置进去与主机进行更好的通信。同时，上面所采用的元器件过于小，在焊接的过程中可能会出现虚焊漏焊的情况发生，这也是我们在焊接过程中需要注意的一点，严格要求再焊完一小段部分之后进行通断电的测试，确保没有问题再进行下一步。

当然，对于外壳的设计，因为这个 Link 的设计特点，我们可以将外壳设计成伪装甲板的样子，这样的话也就可以帮助视觉在赛场可以进行简单的调试任务。

对于 Link 易丢失的问题：从上面的图就可以看出，目前我们对于 Link 的配对管理极为混乱，不方便辨别，通过结合上面外壳的设计我们能够根据上面所显示出来的机器人编号进行快速的识别以及归类，当然，如果有更好的方案也可以讨论进行生产验证。

总结，对于无线 Link，目前最大的问题就是产品率的问题，现在 Link 的生产进度完全跟不上需求的进展，一个是队员对于高难度焊接的抗拒，另一个是其本身小元器件繁琐所导致的一系列连锁反应；其次，我们还需要急需设计合适的外壳，来达到保护以及分类管理的目的。

伪装甲板--算法训练

为了方便算法组的日常自瞄训练。我们计划开发伪装甲板，主要涉及仿照大疆比赛场地的相关规则。

当然，对于外壳的设计还需要增加小装甲板的外壳设计。同时需要介绍的是，对于我们的控制板以及机械设计，我们是保留了对于应力装置的设计，其中我们采取使用**体重传感器 HX711 去进行应力的检测**，目前对于芯片具体型号的使用还在论证阶段，在本赛季设计前哨站以及风车的时候可能还会有所改动。目前的击打检测装置是利用了体重检测芯片搭配 HX711 去进行检测，在未来我们计划使用按动开关来进行更加精确的击打检测。

前哨站、能量机关

对于前哨战和风车的重置是主要考虑到新赛季的改变的要求，对于队内训练的方便，其击打检测还是沿用伪装甲板的相关方案，主要外形参照大疆官方所提供的相关规范文档。

主控板

纵然官方所提供的 A 板 C 板在功能上以及非常完善，但是其毕竟是一个通用型的主控板，对于战队内的机器人开发特别是平衡步兵的开发有巨大的缺陷，不同的电机选型以及通讯的选择对于通用型的主控板有着较高的要求，目前平步需要使用多块主控板来实现电机的驱动，所以开发属于对内的有针对性的主控板是一件极其重要的事情。

主控我们还是沿用 C 版的同款类型 STM32F427ZGT6，采用普通封装便于我们后面的焊接。同时相较于 C 板我们开出了更多的 CAN、SPI 以及高速 USART 串口来满足不同兵种机器人的要求，未来的更多功能将在备赛周期内进行完善。

电机驱动改进

对于大疆官方的 C610 以及 C620 电机驱动，虽然有着良好的驱动能力，但是对于信号数据的反馈有着较大的缺陷，对于电机的状态往往需要自己重复编写 PID 去进行读取以及控制。自制 FOC 驱动器不仅可以集成更多的检测以及反馈接口，同时可以将多路电机驱动集成在一块板子之上，简化机械的安装方式，方便电控的布线以及代码的编写调试。

在本赛季，我们主要发力点在于对于控制板驱动性能的提升以及对于检测精度的提高，同时尝试对于四路驱动的集成。

2.4.1.3 机械组技术储备规划：

2.4.1.3.1 快拆式悬挂

我们的通用悬挂采用快拆式设计，通过横向两个螺丝和纵向两个螺丝固定在副车架铝管上，可以方便在赛场上快速检修和更换。悬挂整体偏硬，泛用性强，可基本满足常规步兵，英雄，以及工程的需求。

2.4.1.3.2 上供弹云台

在平衡步兵上采用的上供弹云台与常规步兵的云台连接处采用通用式设计，可直接替换在常规步兵上，其使用的 3508 摩擦轮比常规步兵上使用的 2305 摩擦轮性能更好，nx 安装位置更改并考虑到了散热和布线需求，方便部署自瞄算法。

2.4.1.3.3 中下供弹弹路设计

此弹路设计经过两代常规步兵检验，设计较为优秀，卡弹情况较少。在本赛季规则中可

以更方便步兵进入隧道，采用此弹仓设计相比上供弹云台保留了步兵在隧道内的 pitch 轴俯仰，可以进行反击，更为灵活。同时有着降低中心的作用，适合飞坡场景。云台 pitch 轴重心分布不会随着弹仓弹丸量减少而改变，更方便电控进行调整弹道。本赛季中也对 2305 摩擦轮和防滚板进行了更改，在提升发射机构的性能的同时进一步降低整车高度，使车体更适比赛规则。

2.4.1.3.4 抱紧式联轴器

我们的常规式悬挂采用法兰联轴器，侧向由一根 M3*30 的 12.9 级螺丝贯穿，性能上没用明显缺点，但是在高强度使用后需要频繁更换和检修，否则容易出现螺丝断裂无法取出并造成电机无法再次使用的问题。针对这点我们重新设计了抱紧式联轴器，虽需要定期拧紧但是发生断裂的风险较小，且能显著减小车体宽度，让车体在隧道中能更为灵活。

2.4.1.3.5 滑车自适应底盘

由于英雄机器人有上吊射点的需求，我们对此设计了滑车自适应底盘来适应更多复杂地形。由于使用滑车会导致车体内部可用空间减少，所以同时采用了抱紧式联轴器来压缩轮组占用空间，来确保弹仓容积，布线空间以及滑环位置不被大量占用。

2.4.1.4 电控组技术储备规划：

ADRC 控制器

在 2022 赛季，电控组时任负责人完成了 ADRC 控制器 C 语言实现的开荒工作。在 2023 赛季，本队正式在步兵机器人、英雄机器人和哨兵机器人的云台 PITCH 轴控制中引入 ADRC 控制器，并达到了相较于串级 PID 控制器更理想的控制效果。

在 2024 赛季，本队电控组仍将继续优化已有的 ADRC 自抗扰控制器，并尝试在更多的控制场景中应用此控制方法。

可移植的通用自动驾驶与决策系统

2024 赛季规则推出了地面机器人的半自动控制模式，此模式要求机器人自身具有自主导航和自主决策能力。与此同时，本队计划在 2024 赛季推进哨兵机器人自主导航于决策系统的研发工作，团队希望在之后的几个赛季中基于哨兵机器人的自主导航于决策系统研发出一套可移植的通用导航决策系统。

2.4.2 特定种技术储备

2.4.2.1 无人机电池-云台稳压模块

这块板子的主要作用就是去进行大电流的稳压，而且背板有极为庞大的散热模块，具有极

高的散热效率。

为什么想要采用一个稳压模块？因为从电容输出出来的电压不稳定，可能会导致一些问题出来，但是目前我们买的这个稳压模块其体积过于庞大了，在后期我们准备再去寻找是否有更加合适的模块装载在机器人上。

当然，这些东西也可以尝试着画一画，但是感觉难度还是在这里的，下一个赛季可以尝试去试一试，其实主要的还是去缩减这个体积，这样的根本塞不下。

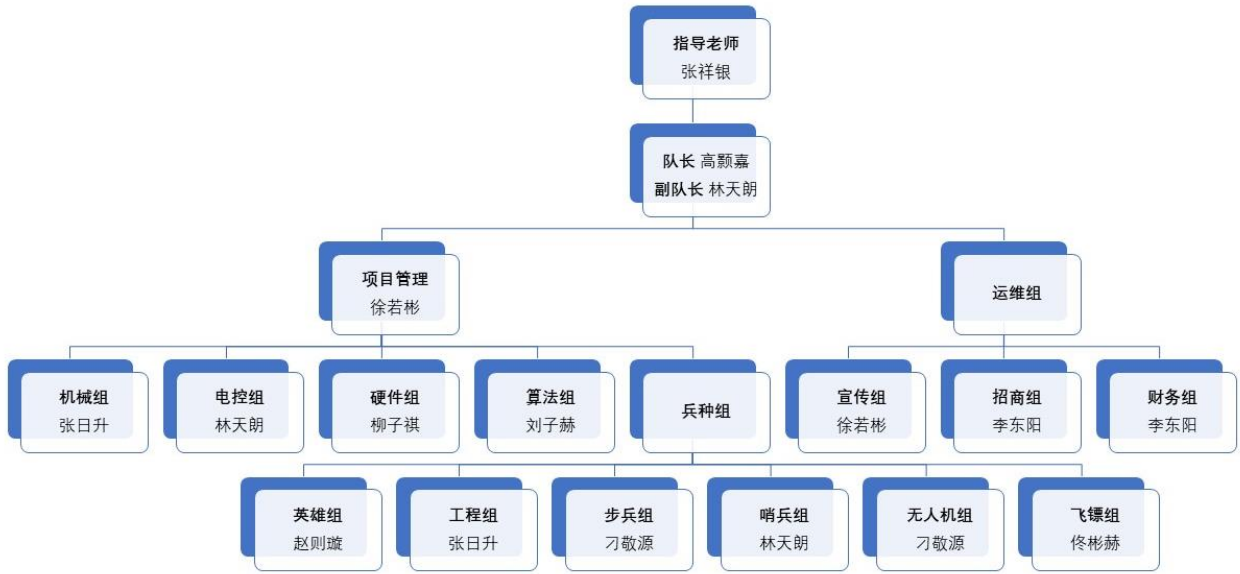
最主要的是，我们所采用的无人机电机是 48v 供电，但是云台的电机供电是 24v，这样的话我们也需要一个降压稳压模块去满足工作条件，这样体积巨大的模块很明显无法直接在无人机上使用，所以我们根据 XL1509 去进行大电流的设计以满足要求

2.4.2.2 无人机电池分电板

上述所说，大疆的电池电压为 24V，无人机电机工作电压为 48V，所以为了简单来说，在不使用 BUCK 的条件下，我们可以先将两块电池串联，再把两组并连起来，这样既可以保证电池组输出电压满足要求，同时在电流上也可以满足无人机起飞的条件。

主要难点在于，对于电池释放电量的同时，其释放速度有所不同，会导致电池的电压会有所不同，导致相连在一起的电池会发生互充的现象发生，导致电流不能以最大效能以及最大功率进行释放，导致无人机的性能没有完全释放。本赛季着力点在于对于互充问题的解决以及对于满足无人机大电压大电流工作条件的 PCB 的绘制验证。

3. 团队架构



职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
指导老师			指导老师的职责职能是为战队提供专业的指导和建议，帮助战队确定合适的发展方向，制定有效的发展策略，提高战队的竞争力和影响力；建立和维护战队与学校之间的良好沟通联系，协助战队解决学校相关的问题，保障战队的正常运行和发展；关注战队队员的个人发展和成长，激发队员的积极性和主动性，培养队员的团队精神和协作能力，鼓励队员为战队做出贡献。	指导老师的要求是必须是学校的在职教师，不仅具有机器人相关领域的专业能力，还要有丰富的实践经验和创新思维；有强烈的责任心，愿意为队员的成长付出时间和资源，不断提高自己的指导水平；熟悉 RoboMaster 竞赛的规则和流程，能给予队员合适的建议，帮助队员解决技术和策略上的问题。	1



职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		顾问	<p>顾问的职责职能是能给予战队更贴近比赛的技术指导和经验分享，帮助战队队员学习和成长；与战队队员保持良好的沟通和交流，分享自己的经验和心得，激励战队队员积极参与比赛；协调战队与指导老师、学校、赞助商等相关方的关系，为战队争取更多的支持和资源；关注战队的安全和合规，确保战队在比赛中遵守规则和道德，保护战队的声誉和利益。</p>	<p>顾问的要求为往届优秀的战队队员，愿意继续为战队做出贡献。顾问要有强烈的责任感和奉献精神，能够在自己的工作和学习之余，为战队提供技术支持和经验指导；有良好的沟通能力和团队协作能力，能够与战队队员、指导老师、学校等相关方建立和谐的关系；有持续的学习意识和创新能力，能够跟进 RoboMaster 竞赛的最新动态和技术发展，为战队带来新的思路和方法。</p>	2-5
正式队员	管理层	队长	<p>规划战队发展方向，组织和管理队员的工作和安排。处理需要代表战队出面的活动，建立与其他战队间的友谊。在遇到问题时能做出合理决策，调度队员的积极性和斗志。</p> <p>队长与其他主要管理成员组成队伍管理委员会，简称队委会。每周进行队委会会议，全体队委会成员参与，会议目的是与队长进行近期的决策和规划。队长敲定决策和规划后向队委会成员分发近期任务及目标，队委会成员将其细化并下发。</p>	<p>有强大的管理能力与抗压能力，能及时纠正战队中存在的问题并引领战队向正确的方向发展。有极强的领导力和公信力，善于与他人沟通交流。有决策能力和随机应变能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。</p>	1

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		副队长	<p>辅助队长完成各项任务，分担部分队长的工作，在必要时代替队长做出合理的决策，协助队长完成对战队的建设与发展。</p> <p>在队委会会议上积极提出意见，并辅助队长制定决策和规划，在队长敲定决策和规划后，帮助队委会成员细化任务。</p>	<p>有较强的管理能力和抗压能力，善于与他人沟通交流。有领导力和公信力，有决策能力和随机应变能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。</p>	1
		项目管理	<p>规划战队未来工作，通过统一的、动态的规划来组织战队的发展。建立高效的管理制度，提高战队工作效率。协调各组之间的工作，使各组进度进展一致。与各组长沟通，及时发现任务问题和困难，并及时提出可行的改进措施。</p> <p>在队委会会议上管理任务时间规划，在队长敲定决策和规划后制定更加细致的时间表。</p>	<p>有较强的管理能力和组织能力，有较强的时间规划和管理能力。善于与他人沟通交流，能协调好多组间的任务进度和安排。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲竞赛。</p>	1
	技术组	机械组长	<p>组织和管理整个机械组的进度和安排，根据项管安排机械组后续计划。为组员提供技术指导，培养和发掘有潜力的技术骨干。</p>	<p>在机械领域有极强的技术背景，有较强的组织管理能力，善于与他人沟通交流，有极强的学习能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。</p>	1



职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			<p>组长需每周组织机械组组会，根据队委会要求安排下一周正式队员的任务和梯队队员的学习工作。</p> <p>评估各个机器人是否需要维护，组织正式队员和梯队队员对需要维护的机器人进行维护，如上螺丝等。组织正式队员对损坏的零件进行修改、绘制或打印。</p>		
		组员	<p>根据机械组组长的安排完成对应的工作与任务，服从战队的安排。积极参与战队打螺丝活动，不给战队添倒忙（如打过量螺纹胶）。</p>	<p>对机械领域有浓厚兴趣，想在机械领域有一定的造诣。有学习能力，积极向上，能适应团队工作环境。对 RoboMaster 竞赛有了解，渴望在竞赛中获取成就感。</p> <p>愿意打螺丝。</p>	6-8
		电控组长	<p>组织和管理整个电控组的进度和安排，根据项管安排电控组后续计划。为组员提供技术指导，培养和发掘有潜力的技术骨干。</p> <p>组长需每周组织电控组组会，根据队委会要求安排下一周正式队员的任务和梯队队员的学习工作。</p>	<p>在电控领域有极强的技术背景，有较强的组织管理能力，善于与他人沟通交流，有极强的学习能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。</p>	1

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			组织梯队队员测试机器人弹道稳定度，评估机器人是否需要维护，组织正式队员维护机器人电控相关工作，如焊线等。		
		组员	根据电控组组长的安排完成对应的工作与任务，服从战队的安排。 积极练习调嵌入式程序，练习焊线技巧，不给战队添倒忙（如焊一坨锡、把云台调疯）。	对电控领域有浓厚兴趣，想在电控领域有一定的造诣。有学习能力，积极向上，能适应团队工作环境。对 RoboMaster 竞赛有了解，渴望在竞赛中获取成就感。 愿意死磕程序 bug，并能从调出优秀程序中获得成就感。	6-8
		算法组长	组织和管理整个算法组的进度和安排，根据项管安排算法组后续计划。为组员提供技术指导，培养和发掘有潜力的技术骨干。 组长需每周组织算法组组会，根据队委会要求安排下一周正式队员的任务和梯队队员的学习工作。 组织正式队员维护计算单元的环境，组织梯队队员学习前沿算法知识，定时组织所有队员阅读相关论文。	在算法领域有极强的技术背景，有较强的组织管理能力，善于与他人沟通交流，有极强的学习能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。	1



职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		组员	<p>根据算法组组长的安排完成对应的工作与任务，服从战队的安排。</p> <p>积极参与前沿论文的研究与复现，将优秀的项目尝试移植，不给战队添倒忙（如用 abc 命名变量，在 base 环境安装包）。</p>	<p>对算法领域有浓厚兴趣，想在算法领域有一定的造诣。有学习能力，积极向上，能适应团队工作环境。对 RoboMaster 竞赛有了解，渴望在竞赛中获取成就感。</p> <p>能在折磨的配环境过程中生存下来。</p>	4-5
		硬件组组长	<p>组织和管理整个硬件组的进度和安排，根据项管安排硬件组后续计划。为组员提供技术指导，培养和发掘有潜力的技术骨干。</p> <p>组长需每周组织硬件组组会，根据队委会要求安排下一周正式队员的任务和梯队队员的学习工作。</p> <p>组织正式队员测试新板子，并对存在的问题进行改进；组织梯队队员练习焊板子。</p>	<p>在硬件领域有极强的技术背景，有较强的组织管理能力，善于与他人沟通交流，有极强的学习能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。</p>	1
		组员	<p>根据硬件组组长的安排完成对应的工作与任务，服从战队的安排。</p> <p>积极测试新到的板子，不给战队添倒忙（如点亮电容电阻）。</p>	<p>对硬件领域有浓厚兴趣，想在硬件领域有一定的造诣。有学习能力，积极向上，能适应团队工作环境。对 RoboMaster 竞赛有了解，渴望在竞赛中获取成就感。</p> <p>有耐心，会分析和发现板子的问题点。</p>	3-4

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数	
	兵种组	英雄组	负责人	规划英雄组近期任务，研究其他学校开源资料，测试英雄吊射稳定度。在有需要是向技术组要正式队员并安排其参与工作。	有极强的技术背景，有较强的组织管理能力，对英雄兵种的规则熟记于心。善于与他人沟通交流，有极强的学习能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。	
		工程组	负责人	规划工程组近期任务，研究其他学校开源资料，测试吸盘稳定度，研究工程视觉方案。在有需要是向技术组要正式队员并安排其参与工作。	有极强的技术背景，有较强的组织管理能力，对工程兵种的规则熟记于心。善于与他人沟通交流，有极强的学习能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。	
		步兵组	负责人	规划步兵组近期任务，研究其他学校开源资料，测试步兵弹道稳定度，提高平衡步兵灵活性。在有需要是向技术组要正式队员并安排其参与工作。	有极强的技术背景，有较强的组织管理能力，对步兵兵种的规则熟记于心。善于与他人沟通交流，有极强的学习能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。	
		哨兵组	负责人	规划哨兵组近期任务，研究其他学校开源资料，开发并调试 SLAM 并优化决策算法。在有需要是向技术组要正式队员并安排其参与工作。	有极强的技术背景，有较强的组织管理能力，对哨兵兵种的规则熟记于心。善于与他人沟通交流，有极强的学习能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。	
		无人机组	负责人	规划无人机组近期任务，研究其他学校开源资料，调试无人机云台稳定度，在确保安全的情况下测试无人机飞行性能。在有需要是向技术组要正式队员并安排其参与工作。	有极强的技术背景，有较强的组织管理能力，对无人机兵种的规则熟记于心。善于与他人沟通交流，有极强的学习能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。	



职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		飞镖组负责人	规划飞镖组近期任务，研究其他学校开源资料，测试飞镖弹道稳定度，研究飞镖制导系统。在有需要是向技术组要正式队员并安排其参与工作。	有极强的技术背景，有较强的组织管理能力，对飞镖兵种的规则熟记于心。善于与他人沟通交流，有极强的学习能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。	
		雷达组负责人	规划雷达组近期任务，研究其他学校开源资料，研究前沿论文资料，提高雷达识别准确度与精确度。在有需要是向技术组要正式队员并安排其参与工作。	有极强的技术背景，有较强的组织管理能力，对雷达兵种的规则熟记于心。善于与他人沟通交流，有极强的学习能力。热爱 RoboMaster 竞赛，有自我牺牲精神。	
		战术指导	负责制定战术，安排训练，指导队员，以及在比赛中调整战术。 本战队没有固定的战术指导，通常由顾问或有参赛经验的老队员担任。	需要对比赛规则足够熟悉，有自己的想法。善于与他人沟通。	1-2
	运营执行	宣传	负责宣传战队日常和文化、设计战队周边、策划战队活动、记录战队的点点滴滴，是建设战队文化的重要一环。 运营战队 B 站账号，积极与评论、弹幕等互动。	对摄影有了解，熟悉常用的视频剪辑、图片设计软件，善于与他人沟通，喜爱社交，有创意有想法。	3
		招商	负责战队对外的招商工作，建立与校内外组织或企业的良好关系，监督战队履行合同上的条例。	做事严谨，心思缜密，对当前商业环境有所了解，有商业谈判经历或辩论，有一定的法律认识和经济学知识。	2

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			向各大企业拉赞助，积累资金。		
		财务	负责战队内财务记账和采购报销的工作，将战队闲置资金进行合理的理财。	做事严谨，心思缜密，廉洁自律，有一定的经济学知识。	1
梯队 队员		机械	服从机械组组长的安排，积极学习机械相关知识，认真参与每一次梯队队员培训工作。	对比赛有热情，学习能力强，不拖延，有较好的执行能力。	6
		电控	服从电控组组长的安排，积极学习电控相关知识，认真参与每一次梯队队员培训工作。	对比赛有热情，学习能力强，不拖延，有较好的执行能力。	6
		算法	服从算法组组长的安排，积极学习算法相关知识，认真参与每一次梯队队员培训工作。	对比赛有热情，学习能力强，不拖延，有较好的执行能力。	4
		硬件	服从硬件组组长的安排，积极学习硬件相关知识，认真参与每一次梯队队员培训工作。	对比赛有热情，学习能力强，不拖延，有较好的执行能力。	4
		运维	积极参与战队运维工作，学习战队文化和比赛文化。	对比赛有热情，学习能力强，有创造力，认同战队文化和比赛文化。	3



4. 资源可行性分析

4.1 可用资源分析

类别	来源	资源描述	初步使用计划
资金	人工智能与自动化学 院	共计 12 万元	用于机器人材料购买与制作加工。
资金	研究生工作部	共计 2 万元	用于机器人视觉处理器采购。
物资	创新创业示范基地	共计 10 万元	物资包含机器人电机以及对应部分耗 材，用于机器人组装。
物资	往届遗留	共计 20 万元	过往赛季机器人留下的电控元件、机械 标准件等基础可供新赛季继续使用，挂 轨式老哨兵作为视觉和电控调试练习工 具，保留整机。
宣传资源	媒体、社交平台等	B 站账号粉丝数 588 人，微信公众 号粉丝数 456 人	用于战队信息宣发、记录战队日常共工 作。

4.2 协作工具使用规划

1) RoboMaster 论坛

论坛中有丰富的开源文件和各个团队分享的团队经验。通过不断学习其他队伍的长处来弥补自己不足的地方，同时在论坛上还可以与分享，是战队重要的学习资源地。

2) 微信群

在总群发布整体进度和任务，在各个组的分群中发布再安排小的任务，交流解决方案，及时解决开发过程中出现的问题，同时也可以实时跟踪进度。



图 PIP 战队以组为单位微信群

3) 百度网盘

用百度网盘传文件更加便捷，不用担心资料失效的可能，而且存储空间大，便于老学员向新学员传授知识。

4) 企业微信

企业微信是战队最常用的软件，里面有诸多功能可用于战队的管理与项目进度的推进，包括“微盘”、“审批”、“工作台”、“文档”、“会议”等功能。

微盘存储了战队一系列资料，包括战队规章制度、战队公告、战队宣传资料等。队员们可自行通过微盘获取。

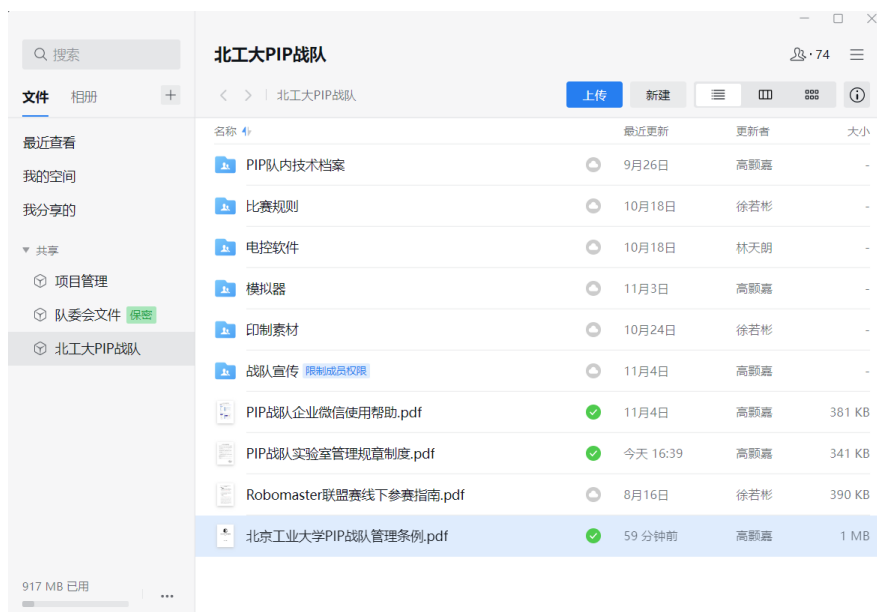


图 PIP 战队企业微信云盘

企业微信的审批用于处理战队各种事务，包括采购申请、加工申请、“工作量”登记等。队员可以轻松通过该途径向队委会提出审批申请。

企业微信的工作台可以自建应用，通过自建应用，队员们可以轻松查看自己的“工作量”总量，或向队委会提出意见反馈。

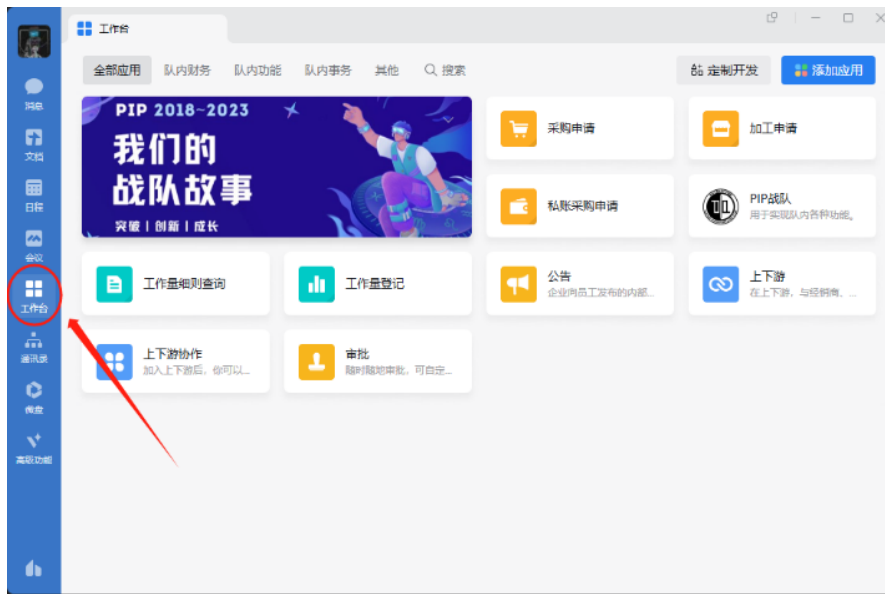


图 PIP 战队企业微信工作台

企业微信的文档是共享文档，用有项目管理模板，可以很方便的用于项目管理。

名称	最近更新	更新者	大小
2024赛季PIP队赛前冲刺项目	昨天 15:30	徐若彬	-
2024赛季PIP队赛前冲刺项目策划书	10月10日	徐若彬	-
2024赛季PIP队工程机器人制造策划书	10月10日	徐若彬	-
2024赛季PIP队自制装甲版研发项目策划书	10月21日	徐若彬	-
2024赛季步兵机器人改造计划	周一 09:14	魏希昂	-
2024赛季飞艇机器人制作	10月18日	徐若彬	-
2024赛季工程机器人制作	10月18日	张日升	-
2024赛季空中机器人制作	10月18日	徐若彬	-
2024赛季赛前冲刺制作阶段汇报表	11月5日	刘天瑞	-
2024赛季新队服设计与制作	10月18日	徐若彬	-
2024赛季装甲板制作计划	10月21日	徐若彬	-
无标题表格	昨天 15:02	徐若彬	-

图 PIP 战队项目管理进度表

企业微信的会议可以帮助我们方便的进行线上谈话等，提高多校区间的工作效率。

4.3 研发管理工具使用规划

1) Ones

我们用 Ones 的 Project 功能来培训新人。定期给处在在学习阶段的新人安排任务，要求他们登记工时并简单描述学习成果。对新人来说，这种方式可以明确地展示出学习进度和未来的任务安排，并且点开任务就可以看到当时记录的学习成果，以便之后回顾。同时，组长也可以通过 Project 了解各个新人的学习时长、学习情况。Ones 里的 wiki 的资源库里存有

自建队以来收集的各种资料，包括电控、视觉、机械的自学材料和团队资料，供新老队员查阅，学习。

2) git

我们的项目涉及到算法组和电控组的紧密合作，因此我们需要一个高效的代码管理和协作开发工具。我们选择了 git 作为我们的版本控制系统，它可以帮助我们跟踪代码的变化，解决冲突，创建分支，合并请求，回滚错误等等。git 还可以让我们在本地和远程仓库之间同步代码，这样我们就可以随时随地地工作，而不用担心代码的丢失或不一致。

我们选用了 gitee 和 github 作为我们的代码托管平台，它们都是基于 git 的在线服务，可以让我们方便地创建和管理远程仓库，以及与其他开发者进行协作。gitee 是一个国内的平台，它的访问速度很快，而且有很多优秀的开源项目和社区。github 是一个国际的平台，它的用户和项目更多，而且有很多先进的功能和资源。我们根据我们的需求和喜好，选择了适合我们的平台，或者同时使用两个平台，实现代码的备份和共享。

通过使用 git, gitee 和 github，我们极大地提高了我们算法组和电控组的协作开发效率。我们可以快速地交换代码，反馈意见，解决问题，保证代码的质量和安全。我们也可以借鉴和学习其他开发者的经验和技巧，拓展我们的知识和视野。

3) 腾讯会议

因为大一的预备队员和其他正式队员不在一个校区，“线上+线下”的开会模式便成为了现在开会的主要模式。同时，腾讯会议自带录制功能，可以对重要的会议进行录制，便于以后回顾和内容查询。

4) 追光几何

追光几何是一个专业的在线几何建模和分析平台，它可以让我们轻松地创建和修改复杂的三维模型，以及进行各种几何运算和优化。追光几何还提供了丰富的教程和案例，以及强大的社区支持，让我们可以快速地学习和掌握几何建模的技巧和方法。

本赛季，追光几何向我们免费提供了他们的产品服务，这对我们的机械组是一个巨大的福利。我们可以借助追光几何这个平台来更高效地管理我们的图纸。

通过使用追光几何，我们极大地提高了我们机械组的图纸管理效率。我们可以更方便，更快速，更准确地创建和修改我们的图纸，以及与其他成员进行协作和沟通。我们也可以更容易地分析和优化我们的图纸，以及实现我们的设计理念和目标。我们感谢追光几何对我们的支持和帮助，我们相信，通过追光几何的平台，我们可以更好地完成我们的机械设计，创造出更优秀的产品。

4.4 资料文献整理

类型	技术方向	类型	链接
云台控制	电控/机械	开源资料	Wenlong Feng, Xiangyin Zhang. Controller design for three-axis stabilized platform using adaptive global fast terminal sliding mode control with non-linear differentiator. Energies. (已接收, SCI, 影响因 子: 3.004)

4.5 筹集资金计划及成本控制方案

关于本队筹集资金计划：本队资金主要由学校提供，以赞助商赞助为辅，暂时未有资金筹集问题。目前正在向松岭机器人申请赞助，并正在寻找其他合适的赞助商进行合作。

关于本队成本控制方案：本队为减少比赛所用成本，必须制定科学的预算管理手段，降低开发过程中不必要的浪费。需要考虑的因素有：人工成本、材料浪费、出行预算等。针对以上问题，我们制定出了以下财务管理方案：

- 1) 在采购物资之前进行整合工作，避免资源的重复购买，对于各组购买需求进行统一管理，统筹协调各项目组之间的物资调配。
- 2) 每位队员在使用物资前需了解正确的物资使用方法，避免因操作不当或加工不当导致物资损坏，在采购之前须向该组负责人申请讨论采购必要性。
- 3) 运维组加强对每个项目的定期审核，避免出现物资使用过多但成果不理想的情况。
- 4) 联系商家进行材料加工时，货比三家，在确保质量和安全的情况下选择费用更低的商家，在材料加工前将资料交给项管，队长和项管进行审查。
- 5) 提倡节俭，避免不必要的物资使用和资金流失，对于实验室资源浪费现象公开批评，将资源利用情况计入绩效考核。

同时，本战队也会积极进行招商，寻求赞助合作，为战队争取更多的资金、物资。

资金预算分配规划

模块	可用资金预算	备注（如有）
步兵	5700 元+3600 元	普通步兵优化迭代费用+平衡步兵优化迭代费用
英雄	2600 元	英雄机器人迭费用
工程	13000 元	全新工程机器人制作费用
哨兵	5000	用于哨兵机器人雷达的采购以及整体优化
无人机	7100 元	全新空中机器人制作费用
飞镖	4860 元	全新飞镖机器人制作费用
雷达	4000 元	全新雷达站制作费用
运营	4500 元	用于周边制作、团队建设以及外出活动
差旅	40000 元	用于外出访问以及外出比赛
其他	4000 元	用于场地道具制作、实验室建设
总计	110000 元	以上机器人成本不记实验室现有物资，只记入新采购物资的价格

5. 宣传及商业计划

5.1 宣传计划

5.1.1 宣传目的：

为进一步扩大战队在校内外知名度和影响力，团结战队队内氛围，增强战队凝聚力，吸引赞助，获得校领导老师的进一步认可和支持，传播战队文化和工大精神。

		2023 赛季实际情况			2024 赛季预期		
平台	账号名	曝光总量	内容数量	平均曝光量	曝光总量	内容数量	平均曝光量
B 站	PIP 机器人战队	32100	27	1189	60000	30	2000
微信公众号	PIP 机器人战队	9200	20	460	15000	25	600

5.1.2 宣传规划：

时间	事件	活动目的	活动内容	备注
2023 年 9-10 月	招新	招募尽可能多的预备队员，为后续考核筛选提供充足候选池	百团大战 大一大二自习室扫楼 宣讲会	
2023 年 11-12 月	日常宣传	维持战队影响力和活跃度，宣传战队日常视频	战队日常培训、活动视频	
2024 年 1-3 月	队员考核	筛选出符合标准的梯队队员提为正式队员	各技术组进行培训考核，选拔出对战队做出优秀贡献的队员	

2024 年 4-6 月	备赛	为即将到来的分区赛做准备	机器人的组装、调试以及赛事人员安排
--------------	----	--------------	-------------------

5.1.3 周边规划:

定制冬季队服, 工程师马甲, 钥匙扣, 战队手环以及战队各兵种机娘立牌, 战队日历等。

5.2 商业计划

5.2.1 招商目的

对于 PIP 战队来说, RoboMaster 机甲大师赛作为一个科创类竞赛, 强大、过硬的技术水平能使战队更具商业价值; 而通过招商投资, 战队可以获得更多外部资源来促进技术的研发和创新, 备赛阶段的产品更新迭代、报销费用的垫付、队内参赛设备的维护、团建及差旅等费用等都需要招商投资的支持。一个合理有效的招商计划对于每一个战队的持续上升式发展都是不可或缺的。

5.2.2 招商需求

资源肯定是稀缺的, 无论是物资还是场地, 相信没有一个队伍会觉得自己战队的资源足够, 因此队伍对招商的需求往往是多多益善, 对其可大致分类三类。

- 1) 资金;
- 2) 物资。例如电机、打印机、加工服务、测试场地等;
- 3) 优惠。例如 3D 打印外包、机加工外包的折扣券等;
- 4) 主要目的为团队招揽赞助商, 获得赞助资金或物资, 为机器人开发制作谋取更多的经费, 从而使机器人达到更优的技术水平;
- 5) 达到与企业的合作, 与企业进行机器人以及人工智能方面的交流, 获得更多方面的先进技术, 让实验室的水平更上一层楼;
- 6) 扩大北京工业大学 PIP 战队的社会影响力, 更好地传播大赛文化及比赛宗旨, 让更多的人了解到 RoboMaster 机甲大师赛, 了解到北工大 PIP 战队。

5.2.3 战队资源优势

独家赞助商可获得以下宣传方式:

5.2.3.1 冠名宣传

【冠名宣传】以战队社团为主体举办比赛活动, 在活动期间以独家赞助商的名义冠名此

次比赛，即“xxx 杯 传二十大精神 展现工大风采 ——我眼中的工大精神摄影大赛”。整个摄影大赛持续三个月的时间，宣传周期长，且面向全校一万多名师生，效果显著。

5.2.3.2 实物宣传

【喷绘宣传】每次活动前我们都会挂出喷绘进行宣传，且是从活动一开始悬挂到活动结束，宣传效果极佳！

【海报宣传】在全校宣发注明本次活动赞助商的海报传单,海报上可以使用商家所提供的标志图案，在保证相关活动宣传的情况下，可以体现赞助商的利益。宣传栏处人流量大，观看人员多，宣传效果极好。

【宣传小册】活动宣传时期，赞助商的广告小册子将与活动通知及宣传资料一同发放到各宿舍区的每一个宿舍及用于以后的讲座活动中。

【展板宣传】在不影响活动展示的情况下，在展板上留有一块用于商家的展示区。

【奖品宣传】本次活动的部分奖品可以使用商家制定的商品。

【材料宣传】所有的评分表及活动介绍等材料上都印上赞助商名称。

5.2.3.3 平面宣传

【活动宣传】从活动开始日起，定期的在傍晚进行活动宣传，面向全校师生面对面的宣传，效果佳！

【PPT 宣传】在活动总介绍的 PPT 中插入赞助商信息。在每次的活动中都可以进行宣传。

【视频宣传】在活动制作的视频中插入赞助商信息。所拍视频将上传到网络，进行网上宣传。宣传效果佳！

5.2.3.4 网络宣传

【网络宣传】本活动的每一环节的报道都将及时发布到校内校级院级宣传墙，每篇报道都将附属赞助商名称，浏览量大，宣传效果佳。

【自媒体宣传】战队可利用微信公众号、B 站等自媒体平台为赞助商进行宣传。战队拥有独立运营的自媒体账号，且拥有众多粉丝，受关注度极高，可在每次自媒体运营推文或视频等结尾感谢赞助商并加以宣传。

5.2.3.5 其他

【讲座宣传】

1) 在讲座中每张 PPT 的右上角印有商家的标志性图案，并在开始和结尾由主持人鸣谢赞助商家。

2) 商家亦可提供喷绘做为舞台背景。

3) 讲座最后有一个观众试拍的环节，赞助商可借此机会向大家展示商家产品。

5.2.3.6 赛事着利点

◎ 科技类公司

人才：大赛的层层考验，选拔出您想要的千里马。

技术：大赛的严格专业培训，造就一批有潜力的工程师队伍。

品牌形象：关注教育、为全民打造科技盛宴的有社会责任的企业，树立良好品牌形象。

品牌知名度：依托全国范围内、延续性的赛事的大力推广，必将一炮而红。

◎ 非科技类公司

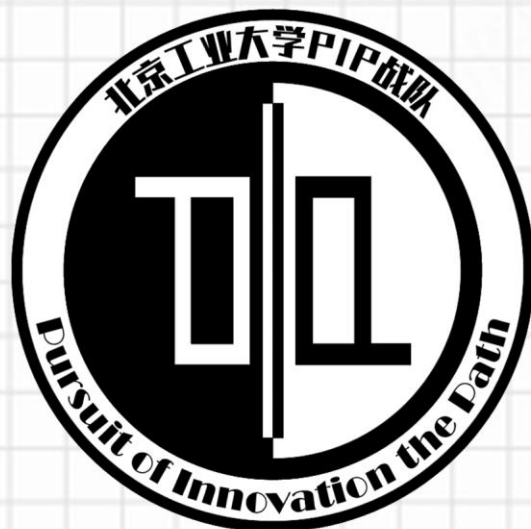
广泛的受众群体是您的潜在消费者；赛事过程中与消费者保持零距离、长期互动，培养一大批铁杆粉丝；增进与社会各界的信息交流，取得销售和市场业绩；通过嘉年华，赛场设计等将品牌的巧妙植入，大大提高品牌和产品知名度。

5.2.3.7 战队资源

战队的影响力由两部分组成，分别为**校内影响力**和**校外影响力**，前者主要依赖于战队的校内宣传运营，后者主要依赖于赛事成绩。

校内影响力。包括战队与校内各实验室间的关系，师生间的关系，在学生群体中的影响力等等。具体表现如，实验室的项目获得学校以及党委，各媒体的高度重视。北京工业大学是一个极其重视创新的双一流大学，实验室的项目也因此获得了尽可能多的支持。实验室指导老师也在自己的领域从事研究工作，能给予团队非常科学高效的指导。一些学生会觉得加入本校的竞技机器人队是一件很酷的事情；一些学生通过各方面了解到实验室都是一群大佬，参与某些比赛时会主动联系实验室成员；一些老师的课题项目会专门联系实验室进行招生宣传等等。

校外影响力。直观的来讲就是在赛事中的表现，赛事大部分流量都将给予各只队伍。此外是社会媒体的报导，PIP 战队曾经作为被报道的对象登上北京卫视的新闻报道。部分情况下校内影响力可以带动校外影响力，例如，学校曾举办第十三届北京工业大学科技节学生科技成果展，PIP 战队作为学校的门面，被学校给予极大的曝光机会。



北京工业大学 PIP战队

邮箱: pip@pbotclub.cn

公众号&B站账号: PIP机器人战队

地址: 北京市朝阳区平乐园100号北京工业大学实训楼811室