



Using a 28-90 motor driver chip and
Pulse-Width Modulated (PWM) the
RoboMaster D430 Brushless DC Motor Speed
Controller enables precise control over motor
torque.

Exclusively designed for the RoboMaster
M3000 P10 Brushless DC Gear Motor and
D210 Brushless DC Motor Speed Controller,
the 353005 Accessories Kit includes battery
cables and a terminal board.

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

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

第十九届全国大学生机器人大赛 ROBOMASTER 2020

机甲大师对抗赛

WMJ 战队赛季规划

西北工业大学 WMJ 战队编制

2019.11



目录

摘要.....	1
1. 大赛文化	2
2. 项目分析	3
2.1 步兵机器人.....	3
2.1.1 需求/功能分析	3
2.1.2 主要改进方向	4
2.1.3 资源需求分析	4
2.1.4 人力需求分析	5
2.1.5 时间规划.....	6
2.1.6 机器人预算.....	7
2.1.7 分析小结.....	8
2.2 英雄机器人.....	8
2.2.1 需求/功能分析	8
2.2.2 主要改进方向	10
2.2.3 资源需求分析	10
2.2.4 人力需求分析	11
2.2.5 时间规划.....	11
2.2.6 机器人预算.....	13
2.2.7 分析小结.....	13
2.3 工程机器人.....	14
2.3.1 需求/功能分析	14
2.3.2 主要改进方向	15
2.3.3 资源需求分析	16
2.3.4 人力需求分析	17
2.3.5 时间规划.....	18
2.3.6 机器人预算.....	19
2.3.7 分析小结.....	20
2.4 哨兵机器人.....	21
2.4.1 需求/功能分析	21
2.4.2 主要改进方向	22
2.4.3 资源需求分析	23
2.4.4 人力需求分析	23
2.4.5 时间规划.....	24
2.4.6 机器人预算.....	25

2.4.7 分析小结.....	26
2.5 空中机器人.....	27
2.5.1 需求/功能分析	27
2.5.2 主要改进方向	28
2.5.3 资源需求分析	29
2.5.4 人力需求分析	29
2.5.5 时间规划.....	30
2.5.6 机器人预算.....	31
2.5.7 分析小结.....	32
2.6 飞镖系统	33
2.6.1 需求/功能分析	33
2.6.2 主要发展方向	34
2.6.3 资源需求分析	34
2.6.4 人力需求分析	35
2.6.5 时间规划.....	35
2.6.6 机器人预算	36
2.6.7 分析小结.....	36
2.7 雷达站.....	37
2.7.1 需求/功能分析	37
2.7.2 主要发展方向	38
2.7.3 资源需求分析	38
2.7.4 人力需求分析	38
2.7.5 时间规划.....	39
2.7.6 机器人预算	39
2.7.7 分析小结.....	40
2.8 整体时间规划.....	41
2.9 整体人力评估.....	43
2.10 其他资源需求.....	45
3. 组织架构	45
3.1 队伍管理架构.....	45
3.2 岗位职责分工.....	47
3.3 现役队员和工作分配.....	50
3.4 团队氛围建设和队伍传承.....	59
3.4.1 团队氛围建设	59
3.4.2 队伍传承.....	60

4. 团队协作	61
4.1 资料共享平台	61
4.2 协作工具	64
4.3 团队管理工具	65
4.4 培训计划	66
4.4.1 现有队员水平	66
4.4.2 期望队员水平	67
4.4.3 培训计划	69
5. 审核制度	70
5.1 机器人的生命周期	70
5.2 各阶段分工	71
5.3 评审体系	72
5.3.1 机器人总体方案评审体系	72
5.3.2 创新技术方案评审体系	73
5.4 进度追踪	75
5.5 测试体系	78
6. 资源管理	81
6.1 可用资源	81
6.1.1 战队资金来源	81
6.1.2 战队资金管理	83
6.1.3 自有加工工具	85
6.1.4 外部加工工具	86
6.1.5 官方物资资源	86
6.1.6 其他资源	86
6.2 人力、进度安排计划	88
6.2.1 现役队员人力资源	88
6.2.2 退役队员人力资源	89
6.2.3 人力资源安排计划	89
6.2.4 进度安排	90
6.3 预算	91
6.3.1 总体预算	91
6.3.2 成本控制	92
7. 宣传/商业计划	93
7.1 宣传计划	93
7.1.1 宣传目的	93

7.1.2 宣传范围.....	93
7.1.3 宣传内容.....	93
7.1.4 宣传执行计划	94
7.2 招商计划	96
7.2.1 招商目的.....	96
7.2.2 权益分析.....	96

摘要

WMJ 战队成立于 2016 年，至今已参加三届 RoboMaster 机甲大师对抗赛，并在 19 赛季完成了进入总决赛的赛季目标，并拿到了步兵单项赛的季军，但因技术实力仍旧不足止步 32 强。在 2020 赛季，我们计划一鼓作气，在 19 赛季的良好基础上，再接再厉，向着总决赛八强的目标努力。而今备赛已开展近两月，结合过去的经验和本赛季已有的备赛成果，在所有同学的努力之下，我们总结出本赛季规划，以更好地完成今后的备赛任务，取得更好的成绩。

第一章我们重新思考了 RoboMaster 的大赛文化，侧重于举办目的、大赛总旨、赛事所着重能力以及对“工程师文化”的理解几个方面进行分析。

第二章我们从功能、改进方向、资源和人力需求、时间规划、预算等方面针对七个兵种进行了详细的分析，并总结得出了 20 赛季分区赛前的整体时间规划及人力评估。

第三章我们从战队组织结构入手，引出战队各岗位的职责分工，并将战队每个成员的分工、投入时间和能力均以表格的形式详细列出。

第四章我们介绍了战队的知识共享平台搭建方式、知识传承计划并按照组别给出了培训计划。

第五章我们从机器人生命周期入手，分析了一台机器人备赛期各个阶段的分工，并引出了后面的方案评审体系、战队进度追踪体系和机器人测试体系。一台机器人在备赛过程中要经历方案设计和评审，通过后再完成机械出图和组装，并依次实现电控、视觉的完整功能，最后经过长时间的测试验收和操作手训练，才能拿到赛场参赛。其中评审环节我们采用定期评审会的形式进行，进度追踪工作我们采用 Leangoo 敏捷开发工具结合钉钉每周周报进行，测试环节依照经我们简化后的 FMECA 方法进行测试记录和故障分析与解决。

第六章我们从战队资金来源和管理方式、加工工具，以及人力、物资、场地、校内外团队等资源这几个部分介绍了战队现有资源及管理方式。

第七章我们分别从宣传和招商两个部分介绍了战队的运营计划。

以上便是战队根据目前的进度和计划指定的 RoboMaster2020 赛季分区赛前的赛季规划，后续还将继续完善、调整。这一规划，不仅是赛季任务之一，同样也应作为战队未来备赛的纲领性文件，指导战队合理安排进度、完成赛季目标。我们将传承 19 赛季英勇无畏的精神，砥砺前行，以技术创新为本，追求完美和极致，为成为真正的机甲大师而不屈奋战！

1. 大赛文化

全国大学生机器人大赛 RoboMaster 机甲大师赛是一个面向全球数百所高校的射击对抗类机器人比赛，以其颠覆传统的机器人比赛方式、震撼人心的视听冲击以及激烈硬朗的竞技风格吸引了很多企业和科技爱好者的关注。这一盛大的机器人赛事的诞生，源自汪滔先生早在 2013 年萌生出来的做机器人大赛的想法。从 2015 年第一届比赛正式举办至 2019 赛季，已有逾 400 支队伍参赛。俨然已成为了全中国规模最大、影响力最为卓越的大学生机器人赛事。

在大疆看来，这个比赛「本身不是一个赚钱的生意」，短期是纯投入，中长期希望它能够变成一个常规的教育活动，长期目标则是工程师文化的传播。RoboMaster 大赛创办的目的，也不是为了给大疆公司吸引人才，而是想成为一个培养优秀的青年工程师，一个让大学生能够展现自我，将理论应用于实践，以及促进各大高校间大学生沟通的平台。RoboMaster 还会设置技术开源奖，举办参赛团队之间的沟通会，以此鼓励新技术的交流和传播。参赛队员毕业步入社会后不一定非要做与机器人有关的工作，只需要他们能够从参赛经历中学习到专业知识、提升专业技能、培养团队协作能力，这就够了。

团队是 RoboMaster 大赛中最为重要的一个概念，要做出数量众多、功能繁杂的一队机器人，需要团队成员在具有过人的技术实力同时能够密切配合。需要管理者能够统筹全局，进行合理的规划并用适宜的手段推进计划。逾四十人的团队已经算是比较大的规模，如何能够细化分工同时保证足够的交流和技术交叉，如何能够在有限的时间和精力下制作出更加强大的机器人，无论对于管理者还是队员而言是一个相当大的挑战。而克服这些困难所需要的能力，也是一般的大学课堂上所无法获取到的。

RoboMaster 对于“工程师文化”的塑造无疑是成功的。气势磅礴的比赛现场、战无不胜的明星战队以及机甲大师系列纪录片，看过后无一不能燃起年轻人的热血，亲身经历之后更是令人无时无刻不想重临赛场。RoboMaster 将工程师从幕后推到了台前，让青年工程师们能够站上舞台，向世人展示自己的成果。也为各高校的青年工程师们搭建了一个广阔的平台，营造了一个良好的交流学习的氛围，促进了文化和精神的传播。

勇于挑战、精益求精、永不服输是工程师精神的核心，是工程师文化的纲领。“想赢是天生的”，为了胜利，无数青年工程师们呕心沥血、不计代价地拼搏，只为不辱使命、不负青春。

2. 项目分析

2.1 步兵机器人

2.1.1 需求/功能分析

1) 规则分析:

本赛季步兵初始性能受到了大幅削弱,同时超级电容所能提供的能量也被削弱至上赛季的 1/5,前期步兵的机动性必然会较差,攻击力也大不如前;步兵的基本职能变化不大,仍然需要承担一些突袭、助攻、掩护、骚扰的任务;但性能体系的加入使得步兵的职能得以进一步分化,可能会出现刺客、炮手等加点方案;总体来讲,各类限制的增加无疑对于参赛队的技术要求上升了一个档次,需要更为深入的游戏理解,更为全面的技术方案才能够做出性能优异的战车。

新规则对于步兵的自动瞄准系统而言,也有了更高的要求。新赛季中新增了前哨站,并提高了能量机关激活的难度。如果前哨站的装甲角度较为刁钻,则可能会需要定制识别方案。对于能量机关可能会加入的速度变化,需要增加测算能量机关转速的功能。

2) 功能分析:

占领资源岛增益点,为无人机提供能量加成。

防守边路,防止被绕后包抄。

输出单位,进攻时协助英雄集火敌方单位。

抢占大符资源,形成攻击优势。

3) 需求分析:

机械:稳定且轻便的底盘,保证运动稳定流畅,能够上坡、下台阶;较为便捷的拆装结构,保证测试和维护的顺畅,以节省时间;稳定的二自由度云台,有较大俯仰角且在执行规避动作时云台响应速度及精度不出现明显下降;优良的发射机构,保证各射速下弹道均足够稳定、精准。

电控:云台快速响应,发射低延迟,保证基本功能完善;合理,高效,快速的限功率切换方案及策略,便于适应步兵不同的性能点要求;低延时通信链路,尽可能降低与视觉的通信延迟,为视觉控制提供基础;全面的总线协议,以实现更多的自动化功能。

视觉:完善武器位姿解算功能,测算出通用弹道函数,以保证不同射速模式下自动瞄准射击

的精度；研发更为科学的预测算法，对机器人/能量机关的特征进行建模以获得最精准的预测效果，提高命中率。

2.1.2 主要改进方向

基于 2019 赛季 WMJ 战队对步兵的功能实现基础和新规则的要求，2020 赛季步兵机器人将从下面的方面加以改进：

机械改进方向：

底盘：快速稳定的拆装机构，稳定流畅运行，尽可能在功能完备的情况下做到轻量化且保证具有良好的防撞能力。

云台：pitch 轴连接增加刚度；制作高度可调的摩擦轮机构；合并零件以简化云台装配；弹仓尽量靠近 yaw 轴以减小转动惯量。

发射机构：重新设计拨弹轮，提高射频上限。

电控改进方向：

底盘要实现软件功率，提供更高的能量利用率；在软件层面进行适合赛季规则的修改，实现升级、技能加点等功能，同时进行优化；考虑进行 FreeRTOS 移植，增加代码的执行效率。

视觉改进方向：

自动瞄准系统：针对车体的抽象特征进行建模，结合上赛季成熟的线性预测办法，加入非线性逻辑，结合机器学习方法完成对任意运动状态机器人的较为精准的预测。加入全自动发射逻辑，以尽可能提高伤害转化率，克敌制胜。

能量机关激活：加入能量机关转速测算模块，优化识别和测距方法，以尽可能减少测速所需时间，同时引入自动发射逻辑，加快激活速度。

2.1.3 资源需求分析

1) 场地需求：

需要一套能测试步兵基本运动（平动、上坡、下台阶等）的场地道具，需要自制能量机关用于测试步兵打符功能，10m*10m 场地用于步兵对抗以及各类功能性测试。

2) 物资需求：

设备需求：3D 打印机一台，焊台，热风枪等。

官方物资：装甲模块和测速模块，17mm 小弹丸。

零部件及制作工具：碳板，铝板，螺丝螺母等各类标准件；电机，电调，电池等动力原件；各类线材元器件；高性能摄像头，微型电脑等。

其他：需保留一台完整装备裁判系统且具备小陀螺功能的步兵车，用于自动瞄准功能测试。
改进 19 赛季制作的能量机关，使尽可能接近比赛场地所用。

2.1.4 人力需求分析

总体人力需求：

步兵机器人作为最为基础的兵种，需要机械电控视觉三个技术组通力合作完成，各个组由参赛老队员任组长协调管理，组员有兴趣且有能力强担任相关工作，具有较强责任心；设计制作调试的相关技术点细化到个人，每周按规划完成相关任务，遇到技术瓶颈，大家一起商讨解决，严格按照规划进度完成任务，动态调配人力资源，对工期可能会延误的工作，及时分配给有能力有时间做的队员，保证项目的进度和质量。

人员安排：

机械组：潘锦涛、王生发

电控组：冯熙川、陈星

视觉组：周放、李怡萌、张元

机械组分工：

负责云台、底盘机械结构、新拨弹系统的设计、审核、装配、维护、迭代，由有设计和装配经验的老队员带新队员一起设计制作。

电控组分工：

负责对机器人所使用的电路板设计、印制、元器件采购及后续焊接和维护。

组负责底盘和云台的控制，以及对代码的精简、整理和维护。

不断优化云台控制算法，提升云台的动态性能。

完善底盘解算，以及摩擦轮在发射间隔的掉速控制等。

视觉组分工：

开发专用的双目测距算法，提高测距精度的同时保证实时性。

需对整车进行建模，并根据当前视野中装甲的位置及射速等信息，预判瞄准位置，使得子弹能够击中敌方装甲。

精细调节武器系统位姿解算的参数，尽可能实现任意位置的能量机关击打。

2.1.5 时间规划

日期区间	日程安排	组别分工
2019年10月15日 -2019年11月03日	组建步兵组，小组讨论研读规则，确定步兵战场定位及功能需求。	全组
2019年11月03日 -2019年11月23日	完成第一版底盘图纸，搭建云台测试平台，测试新拨弹轮，确定步兵电路的走线方案。	机械组、电控组
2019年11月25日 -2019年12月05日	审核云台图纸，修改细节，优化图纸，出图并下单加工，开始进行步兵底盘设计。	机械组
2019年12月05日 -2019年12月10日	审核底盘图纸，修改细节，优化图纸，同时完成云台的装配和电控调试。	机械组、电控组
2019年12月05日 -2019年12月10日	完善底盘图纸，出图并下单加工，同时视觉组进行云台测试，实现步兵机器人的自动射击功能。	机械组、电控组、视觉组
2019年12月10日 -2019年12月30日	完成底盘的装配和测试，测试底盘和云台一起工作的稳定性，测试云台发射稳定性及自瞄。提出下一版改进方向，开始设计云台。实装初版支持小陀螺预判的自动瞄准系统（目标原地匀速自旋）	机械组、电控组、视觉组
2019年12月31日 -2020年1月10日	完成新云台的设计并尽快下单完成装配。	机械组
2020年1月11日- 2020年2月23日 (寒假)	电控组和视觉组联调，测试完整步兵各项功能的稳定性（寒假具体时间表按全队进度适时调整）；优化当前自动瞄准系统，结合自动发射，使针对小陀螺可以达到60%以上的命中率（目标原地匀速自旋） 在假期内针对测试结果中不完善的部分，进行改进，完成第二版步兵的设计。	机械组、电控组、视觉组

2020年2月24日- 2020年3月15日	完善第二版步兵图纸，并下单装配，对之前发现的问题展开针对性测试。结合已经实现的功能，优化模型和算法，使自瞄可以支持目标开启陀螺并平移的情况，命中率不出现明显下降。	机械组、电控组、视觉组
2020年3月16日- 热身赛	集中测试步兵的各项功能，并和其他机器人进行战场演练，不断发现并解决问题，保证机器人的稳定性。着力解决针对变速陀螺的建模和预测问题，争取能够取消掉“匀速旋转”这一假定，使自动瞄准可以适用于任意运动状态的目标	机械组、电控组、视觉组、测试组
热身赛赛结束-分 区赛	进行高强度的测试，保证机器人的稳定性。参考热身赛其他学校步兵机器人的性能，优点，对机器人进行细节优化，做到基本功能稳定，达到参赛需求。	机械组、电控组、视觉组、测试组

2.1.6 机器人预算

分类	预算
机加工件	4000
标准件	600
型材	1500
3D 打印	500
动力系统	5000
官方物资（除动力系统）	4000
传感器	800
电控单元	2000
视觉单元	8500
测试场地	1000

其它	500
总预算	28400

2.1.7 分析小结

步兵	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估 单位：周	资金预估
底盘	零部件等（在购买）	机械一人 电控一人	有底盘设计经验，有过轮式机械结构的制作经验，熟悉底盘电路设计和嵌入式系统软件设计	4	13000
云台	6020 电机，加工件等	机械一人 电控一人	有设计云台结构的经验，能够设计结构稳定的云台，可完善云台电路，熟悉控制原理	4	6000
发射机构	摩擦轮等零部件，测速机构（上赛季的替代）	机械一人 电控一人	有设计发射机构的经验，对弹道有过一定研究；可完善摩擦轮电路控制	6	2000
视觉系统	摄像头，pc 等部件（在购买）	视觉一人	熟悉模式识别技术，了解机器学习技术并能够加以应用；具备一定的数学建模基础和必备的调试技能	12	7400

2.2 英雄机器人

2.2.1 需求/功能分析

1) 规则分析：

新赛季规则与英雄有关的主要在以下几点：

- 1.17mm 弹丸发射系统改为可选兵种安装
- 2.场地高低起伏大幅增加，地形更为复杂，掩体更多
- 3.初始射速及底盘功率限制下调

类似于步兵机器人，英雄机器人在性能体系加入之后，其作战方式的分化也将更为明确；考虑到 42mm 弹丸对于前哨站和基地均能够造成 2 倍的伤害，英雄机器人必须具备一定的中远距离吊射能力；17mm 发射机构变更为可选兵种安装之后，综合考虑其职能及机动性，英雄机器人已经完全没有必要做双发射系统，应当尽可能保证足够的机动性以及优良的 42mm 发射机构性能。

2) 功能分析：

- 1.远程吊射，在环形高地上吊射前哨站以及基地。
- 2.沿公路进入敌后，包抄敌方单位或偷袭基地/哨兵。
- 3.驱赶资源岛增益区的敌方单位，削弱敌方空中力量。
- 4.后期主要强攻单位，快速击杀哨兵。

3) 需求分析：

机械：爬 20cm 台阶的方案；稳定低重心轻型下供弹方案；

底盘尽量轻，结构强度尽量大，能够应对高强度的对抗；

低延迟、高精度的发射方案，保证吊射精度和击发速度。

电控：适应不同性能等级的底盘限功率方案；

在保证能耗的前提下，底盘响应尽可能快速，以保证操作手感；

云台自稳无抖动，控制响应速度快，在发射子弹时能够保持稳定，在开启规避动作时能够保证云台性能与底盘静止无过大差异；

优化发射机构的控制，保证射速稳定、弹道精准，制定射频控制策略，确保常规状态下不会因枪口热量超上限而扣血。

视觉：在步兵机器人的自动瞄准系统之上，英雄机器人可能还需要加入吊射前哨站和基地所需的辅助瞄准功能。

2.2.2 主要改进方向

机械改进方向：

底盘：

着重底盘减重，同时需要降低重心，使车体在轻质化的同时保持稳定。需要增加底盘的高度，以便于应对更高低起伏的不同地形。需要设计 20cm 台阶的上下装置。需要更稳定的防撞措施。

云台：

完成下供弹系统的设计，包括拨弹、输弹、发射三个主要部分，达到拨弹延迟低、输弹不卡弹、发射重量轻等三个目标，在提高云台整体的结构稳定性与强度的同时尽可能降低云台重量。配合下供弹系统，采用近轴向供弹，保证大弹丸可以顺畅地通过输弹管路进入枪管，同时提高 pitch 轴的灵活性。

电控改进方向：

对于有可能出现的非配平云台，要想获得较好的云台性能，需要花费更多的时间、使用更高性能的陀螺仪并对云台控制算法进行改进和再调参。输弹系统的改变，需要重新调整参数，防止卡弹问题的出现。因为大弹丸有更大的发射动量，在需要保证发射机构的性能和稳定性的同时，确保云台的稳定性不会因为发射大弹丸而产生后坐力而受到太大影响。

视觉改进方向：

在步兵全自动瞄准发射系统的基础上着重发展视觉辅助吊射功能。

2.2.3 资源需求分析

1) 场地需求：

10m*10m 的测试场地，包含坡道、200mm 台阶、飞坡等场地要素用于测试。

2) 物资需求：

设备需求：3D 打印机一台，小型焊机一台，焊台，热风枪等。

官方物资：装甲模块和测速模块（先用 19 版代替），42mm 大弹丸。

零部件及制作工具：碳板，铝板，螺丝螺母等各类标准件；电机，电调，电池等动力原件；各类线材元器件，高性能摄像头，微型电脑等。

2.2.4 人力需求分析

总体人力需求：

英雄机器人在本赛季由于下供弹必要性的提升，设计难度相比双发射并无二致，再加上爬台阶装置的需求，需要较多的机械组成员参与到设计制作中。同样的，由于各方面性能限制的增大以及功能性增加，也需要较多电控组成员参与到功能的实现和调优。英雄机器人的辅助瞄准系统需求也并不是简单地从步兵移植就可以实现的，也需要有经验的成员来进行相关功能的开发。

人员安排：

机械组：杨广轩，郝毅仁

电控组：李伯昊、邢丽寅

视觉组：夏志远，汪世龙

机械组分工：

云台、底盘机械结构、下供弹系统的设计、审核、装配、维护、迭代。

电控组分工：

负责电路板设计、印制、元件采购、焊接、维护、改进优化。

底盘、云台、发射机构的控制代码编写、烧录、维护、改进优化。

提高底盘性能（优秀的限功率方案）。

合理的发射控制策略，稳定、响应快捷的云台控制。

通过与裁判系统的通讯实现人机交互。

视觉组分工：

基于步兵的视觉系统，进行相应的适配和调优，同时加入中远距离吊射基地的辅助功能（如果有可行性）

2.2.5 时间规划

日期区间	日程安排	组别分工
2019年10月15日—— 2019年10月25日	评估英雄战场定位，确定功能需求、技术要点， 拟定新赛季初步英雄改进方向。	机械组、电控组、视觉组

2019年10月25日—— 2019年12月1日	完成第一版英雄云台和发射机构初稿，讨论并修改云台供弹方案细节。	机械组
2019年12月1日—— 2019年12月5日	完成第一版英雄底盘初稿，并对整体进行整合，电控组写好相关部分代码以做测试。	机械组、电控组
2019年12月5日—— 2019年12月10日	完成队内方案评审答辩，审核并修改整体图纸的细节问题，讨论整体布局。	机械组
2019年12月10日—— 2020年1月1日	导出工程图，联系加工商。下单购买相应物资。	机械组
2020年1月1日—— 2020年1月13日	完成英雄机器人装配和电控基本测试，并拍摄中期视频。	机械组、电控组、视觉组
2020年1月11日-2020年2月23日（寒假）	电控组和视觉组联调，测试完整英雄各项功能的稳定性（寒假具体时间按全队进度适时调整）； 针对吊射需求，优化当前辅助瞄准系统，使吊射精准度接近弹道分布。 在假期内针对测试结果中不完善的部分，进行改进，完成第二版步兵的设计。	机械组、电控组、视觉组
2020年2月24日—— 2020年3月1日	完善第二版英雄图纸，并下单装配，对之前发现的问题展开针对性测试。并进行相关功能的测试。	机械组、电控组
2020年3月1日——热身赛	集中测试英雄的各项功能，并和其他机器人进行战场演练，不断发现并解决问题，保证机器人的稳定性。	机械组、电控组、视觉组
热身赛——分区赛期间	进行高强度的测试，保证机器人的稳定性。参考热身赛其他学校英雄机器人的性能及设计亮点，对机器人进行细节优化，做到基本功能稳定，达到参赛需求。	机械组、电控组、视觉组

2.2.6 机器人预算

分类	预算
机加工件	5000
标准件	1000
型材	300
3D 打印	1000
动力系统	11600
官方物资（除动力系统）	1500
传感器	800
电控单元	1000
视觉单元	8500
测试场地	200
其他	1000
总预算	31900

2.2.7 分析小结

英雄	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估 单位：周	资金预估
底盘	机械加工件, 3508 电机等	机械一人 电控一人	机械组成员有设计底盘结构的经验, 熟悉相应的悬挂结构; 电控组成员熟悉底盘电路设计和嵌入式系统软件设计	6	13000

云台	6020 电机，加工件等	机械一人 电控一人	机械组成员有设计云台结构的经验，能够尽可能配平大质量云台；电控组成员可完善云台电路，熟悉控制原理	4	10000
发射机构	摩擦轮等零部件，测速机构（上赛季的替代）	机械一人 电控一人	机械组成员有设计发射机构的经验，对大弹丸发射机构有过一定研究；电控组成员具有调试大弹丸发射机构的能力	6	2000
视觉系统	摄像头，pc 等部件（在购买）	视觉两人	了解自动瞄准系统架构及相关技术，能够进行移植及适应性优化，并能够开发出相似功能的系统（如吊射辅助系统）。	4	6900

2.3 工程机器人

2.3.1 需求/功能分析

1) 规则分析：

在 RoboMaster 2020 机甲大师对抗赛比赛规则手册 V1.0 中，工程机器人仍是英雄机器人的唯一大弹丸来源。资源岛改为无台阶式的，降低了高度，并且分为大小资源岛，大资源岛仍需要两方进行争夺，新的资源岛使工程机器人不再需要上岛结构，只需要能够快速取弹即可。新的比赛场十分狭窄，在公路与高地之间增加了台阶，靠近基地的地方由于高地的存在变得易守难攻起来，这就要求工程机器人拥有登上台阶的能力。在步兵机器人的自动瞄准系统之上，工程机器人可能会配备深度相机以实现更为可靠和迅速的自动取弹功能。

同时规则中新增了一个额外的小发射机构。在前期，工程相比于其他兵种有巨大的血量和速度优势，若将小发射加装在工程机器人上，相比于其他方案，在前期的整体攻防能力会强上一些，故有必要为工程添加发射机构，并适配视觉系统。

关于救援，规则中增加了刷卡复活的功能，但是由于刷卡复活的时间是复活点复活时间的两倍，所以拖拉救援机构仍是必不可少的。

2) 功能分析:

结构稳固，识别准确，能够快速获取大弹丸的取弹机构；

结构稳定，响应迅速的云台结构；

稳定精准的发射结构，命中率高的小发射自瞄系统；

对位方便，能够快速准确的将大弹丸补充给英雄机器人；

救援结构稳定，对位简单，不易脱钩；

具有足够的移动速度和灵活度，具有能够稳定上下台阶的结构。

3) 需求分析:

机械组：设计全新的底盘机构，实现攀爬台阶，快速移动；

设计全新的取弹结构，能够让操作手更简单准确的取到大弹丸；

设计全新的救援结构，能够让操作手快速完成对位，并且准确的实现两种救援方式。

电控组：设计超压供电模块，保证工程运动速度；

设计能驱动上层抓取机构的各个总线模块；

设计能够辅助对位的传感模组；

设计全新的广角云台，以适应新赛季工程的战场定位。

视觉组：在步兵机器人的自动瞄准系统之上，工程机器人可能会配备深度相机以实现更为可靠和迅速的自动取弹功能，故需要进行相关算法的研究和适配。

2.3.2 主要改进方向

机械改进方向:

底盘:

2020 赛季新的场地不要求工程机器人有上岛结构，但是考虑到这个场地易守难攻，工程机器人增加一个攀爬台阶的装置可使工程机器人通过公路绕到敌人后方进行输出，加之额外的小发射使工程前期输出能力强，具有一打多的能力，综上，我们决定给工程机器人增加一个攀爬台阶的装置，做一个类似月球车底盘的底盘。

取弹机构:

由于今年的大资源岛变成了九宫格的形式，加之第一次升起只有四角的四箱，所以一次多箱

的必要性不大，今年我们采用一次一箱的方法进行取弹，取消了横移的自由度。而且一次一箱可以缩小工程机器人的整体尺寸，减轻重量。

对于取弹机构的动力问题，由于上赛季刚开始对于气动使用经验不足，导致出现许多问题，但是经过一个赛季的尝试与测试，对于气动的使用我们目前已有一定的经验，所以本赛季对于取弹机构的动力仍打算采用气动，使用高压碳瓶作为气源。

救援机构：

由于今年新增了刷卡救援，所以救援机构与去年相对位要更加方便准确，而且要抓紧和刷卡两种救援方式相结合。

今年我们打算将额外的云台加到工程机器人上，所以工程机器人要能够安装一个小发射机构，并且能够实现大小弹丸的筛选，防止小弹丸进入英雄的弹仓。

电控改进方向：

因为工程机器人没有底盘功率限制，电控组拟设计增压模块，进行超压供电，增加工程机器人机动性。

设计新的传感器模组，传回对位数据信息，协助视觉组完成辅助对位的功能，运用状态机实现不同情境下的一键取弹功能。

视觉改进方向：

若方案确定使用视觉功能来实现自动取弹，则应开发基于深度相机的弹药箱识别模块，移植底盘控制模组及机械臂控制模组，以实现全自动对位取弹。同时需要移植步兵的视觉系统并作相应适配。

2.3.3 资源需求分析

1) 场地需求：

工程机器人具有攀爬台阶和取弹的机构，所以需要—个高度为 200mm 的台阶进行攀爬台阶的测试，还需要搭建—个实际尺寸的大资源岛来测试取弹机构。

2) 物资需求：

设备需求：由于工程机器人采用框架结构，为减轻重量和加强稳固，需要对铝框进行焊接，因此需要焊机—台。

零部件及制作工具：碳板，铝板，螺丝螺母等各类标准件；电机，电调，电池等动力原件；各类线材元器件、miniPC、工业相机等。

其他：需要一个步兵或者英雄机器人的底盘进行救援机构稳定性的测试。

2.3.4 人力需求分析

总体人力需求：

工程机器人作为一个辅助型机器人，加之今年可以增加输出能力，对战局的影响极大。因此工程组所有成员应当积极沟通，尤其是机械和电控成员之间，要能够时刻了解对方需求，并且根据实际情况对设计进行更改。成员之间要互相监督进度，确保能够在规定时间内完成任务，出现问题及时分析，要能够在第一时间解决问题，不影响进度。

人员安排：

机械组：孙志超、徐建波

电控组：关宇豪、秦敏杰

视觉组：梁宇峰、周放

机械组分工：

设计新型底盘，并进行理论分析，确保其能完成攀爬台阶的动作；

设计新的抓取机构，合理排布气路和上层电路；

与英雄机器人一起设计大弹丸交接机构，对交接过程进行优化；

设计能够稳定装在工程机器人上的云台，并且方便在补给站获取小弹丸；

进行相关零件的设计与制造，完成整车装配，协助电控组完成各个模块的调试；

进行测试与维护，积累实验数据，为下次迭代做准备

电控组分工：

开发六轮底盘的解算算法，满足机器人运动、登台阶的需要。

根据机械设计的抓取机构原理，设计抓取机构的控制模块，满足自动抓取的需要。

设计气动元件控制系统。

设计超压供电模块，满足高速移动的需要。

设计传感器模组，满足自动对位取弹的需要。

视觉组分工：

基于步兵的视觉系统，进行相应的适配和调优。

与电控组对接，实现对工程机器人机械臂和底盘的精准控制。

开发基于深度相机的全自动对位取弹系统。

2.3.5 时间规划

日期区间	日程安排	组别分工
2019年10月15日—— 2019年10月20日	针对比赛规则，进行需求分析，确定工程机器人的大致技术方向，确定设计框架。	全体成员
2019年10月21日—— 2019年10月25日	细化工程机器人的方案，将工程机器人分模块进行方案文档编写，确定最终方案	全体成员
2019年10月25日—— 2019年12月1日	由工程组机械负责人进行整车设计，其他相关人员进行辅助。同时购买需要用到的传感器进行测试	机械组和电控组
2019年12月1日	对工程图纸进行评审，并进行出图下单	全体成员
2019年12月1日—— 2019年12月5日	编写第一版工程机器人的文档，计划改进方向	机械组
2019年12月5日—— 2019年12月10日	完成第一版工程机器人的装配	机械组
2019年12月10日—— 2020年1月1日	测试第一版工程机器人的各项功能，并对问题进行总结和整理。制定第二版工程机器人的方案。视觉组开发基于深度相机的弹药箱识别方案，同时进行相关控制接口的对接和测试	机械组，电控组和视觉组
2020年1月1日—— 2020年1月31日	绘制第二版工程机器人的图纸，并继续测试第一版工程机器人。实装自动对位取弹系统，制定全面的测试计划，进行充分的测试、调试及优化工作	机械组，电控组和视觉组
2020年2月1日——	完成第二版工程机器人的装配和文档的编写	机械组

2020年2月7日		
2020年2月7日—— 2020年3月1日	对第二版工程机器人进行功能测试	机械组，电控组和视觉组
2020年3月1日——热身赛	操作手进行操作练习和高强度测试，技术组对一些问题进行修改	机械组，电控组，视觉组和操作手
热身赛——分区赛期间	对于热身赛遇到的问题总结和修改，并根据热身赛上其他队伍的一些优秀设计对本队机器人进行优化	全体成员

2.3.6 机器人预算

分类	预算
机加工件	3500
标准件	4200
型材	2800
3D 打印	800
动力系统	8082
官方物资（除动力系统）	3183
传感器	500
电控单元	700
视觉单元	10500
测试场地	1500
其他	3700

总预算	39465
-----	-------

2.3.7 分析小结

工程	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估 单位：周	资金预估
底盘	1:1 台阶, 新麦轮 (待发布)	机械组 2 人; 电控组 2 人	底盘设计经验, 控制电路设计和优化经验	4	12000
取弹	1:1 的大资源岛	机械组 2 人; 电控组 2 人	气动装置和气路排布的设计经验 电磁阀和气瓶的控制经验 有自动装置设计经验	4	14000
救援	步兵底盘和英雄底盘的基本结构	机械组 1 人; 电控组 1 人	有机器人交互设计经验, 气动装置和气路排布的设计经验	2	2000
补弹	英雄弹仓和底盘的结构	机械组 1 人; 电控组 1 人	自动装置设计经验, 人机交互设计经验	4	1000
云台	高性能陀螺仪和摄像头	机械组 2 人; 电控组 2 人; 视觉组 2 人	机械组有设计云台结构并完成装配的能力; 电控组能够设计云台硬件电路, 完成云台控制算法的编写和优化; 视觉组具备一定的立体视觉算法基础, 了解自动瞄准系统架构并能够进行移植和调优	4	10465

2.4 哨兵机器人

2.4.1 需求/功能分析

1) 规则分析:

哨兵是比赛场上唯一一个全自动机器人，需要实现机器人挂载在轨道上全自动移动、瞄准、射击；哨兵机器人枪口热量上限高，冷却快，击杀收益高，可以通过攻击敌方来获得血量回复，在战场上主要担任对基地的防御作用，战略地位十分重要。与 2019 赛季相比，本赛季哨兵增加了一个发射机构，可用于反制飞镖，但总弹丸数不变；轨道变直，更易遭受攻击，哨兵的识别和攻击范围需要更广；底盘功率限制加到了 30W，尺寸与重量限制也有所改变，有利于哨兵增加设备。

2) 功能分析:

看守基地，阻挠敌方对基地发起冲击。

火力压制单位，攻击敌方进攻单位，担任防守反击、中距离压制任务。

负责反制敌方飞镖。

利用 200J 的缓冲能量完成爆发性的短时间运动，如检测到击打时进行规避，以提升生存能力。

3) 需求分析:

机械：稳定的在轨运行能力，保证运动稳定流畅；

较为便捷的拆装结构，保证测试和维修维护的顺畅，节省时间；

稳定的二自由度发射云台，有较大俯角和可 360 度回转的能力，可以有效追踪并攻击敌方地面目标。

电控：充分利用 30w 的底盘功率和 200J 的缓冲能量，优化底盘电机控制，提高机动能力；

根据机械的设计规划两个云台的功能分配，针对性地优化云台和摩擦轮控制参数，提高云台稳定性和弹道稳定性；

电路板简洁实用，不容易损坏,易于更换；

走线规范，线材不外露。

视觉：较高的自动瞄准射击精度及命中率，更合理的打击、规避策略；

由于飞镖的特征不固定，故很难使用单目方法进行测距，需要使用双目相机/深度相机

来进行测距；

为了能够尽早拦截导弹，需要结合雷达站进行预警及轨迹测算。

2.4.2 主要改进方向

基于 2019 赛季 WMJ 战队对哨兵的功能实现基础和新规则的要求，2020 赛季哨兵机器人将从下面的方面加以改进：

机械改进方向：

底盘：快速稳定的拆装机构，稳定流畅运行，尽可能在功能完备的情况下做到轻量化。

云台：由于第二个发射机构的加入，哨兵云台的规划就显得很关键，目前计划将两个的云台分别放置于底盘上下方，其中下方的云台要有 360 度回转运动的能力和较大的俯仰角以提供较大的攻击视野，供弹链路的简洁和稳定不卡弹；尽可能做到轻量化从而提高响应速度，而上面的云台则更侧重于增大俯角和远距离攻击能力。

发射：供弹链路的简洁和稳定不卡弹，发射部分子弹撞击小，动能损失降低，弹道的稳定性高。

电控改进方向：

更合理的限功率方案以及缓冲能量方案；更换测距模块实现对机器人在轨道位置的准确判断；保证两个云台的正常控制与相互协作，持续优化云台控制算法，保证弹道稳定；与视觉充分配合，对两个云台的功能进行合理分配，提升哨兵的防守和反击能力。

视觉改进方向：

哨兵需要更加智能的运行策略，主要包括以下两点：

1.基于比赛进行时长的运行策略调整，包括：在前期，需要针对中距离敌手进行一定的骚扰，以尽可能延长前哨站被击毁的时间；前哨站被击毁后，进行策略调整，减少弹丸消耗；后期调整上部云台的扫描范围，针对导弹飞来的方向着重扫描。

2.基于战场形势的智能决策：在进行团战时应当具备双云台集火能力，能够根据敌方血量判断击打优先级，以尽可能收割人头；在己方残血时压制附近的敌方进攻单位等。

此外也需要加入反导系统，能够结合雷达预警识别出敌方飞行中的导弹并及时预判其轨迹，及时做出拦截动作。

2.4.3 资源需求分析

1) 场地需求:

需要一套能够挂载哨兵运行的哨兵轨道，一个 6m*10m 的场地，可安放哨兵轨道，满足 1-10m 哨兵弹道测试及辅助自动瞄准测试需求。

2) 物资需求:

设备需求: 3D 打印机一台，一台小型 cnc 数控雕刻机，焊台，热风枪等（已经在陆续采购）；

官方物资: 装甲模块和测速模块，17mm 小弹丸。

零部件及制作工具: 碳板，铝板，螺丝螺母等各类标准件；电机，电调，电池等动力原件；各类线材元器件；中长焦距的双目相机，能够在 15m 左右的距离上进行精准测距。

其他: 需要自制能够进行不同轨迹的飞行的飞镖以供反导系统测试。

2.4.4 人力需求分析

总体人力需求:

哨兵机器人是赛场上至关重要的全自动机器人，本赛季又得到了加强并有了新的任务，设计难度和功能复杂度大大增加，新队员恐难以胜任，故需要上赛季参与的老队员继续进行相关的研发和调试工作，以确保哨兵机器人能够充分发挥其能力。

人员安排:

机械组: 伍文昊、郝毅仁

电控组: 王家钰、谢志臻

视觉组: 倪嘉炜、赵欢

机械组分工:

负责底盘和云台结构设计，审核，购买物资，装配，维护。

电控组分工:

负责底盘电路设计制作。

云台控制算法调试优化，维护。

编写底盘功率控制相关代码并不断进行优化维护

视觉组分工:

深度适配全自动瞄准射击系统，研发反导系统。

实现全自主运行的能力，定期进行功能测试，检修，并根据情况随时做调整。

加入多机器人协同能力并基于所获取到的信息进行智能决策。

赛前根据实测情况调整参数；场上维护。

2.4.5 时间规划

日期区间	日程安排	组别分工
2019年10月15日 -2019年11月03日	组建哨兵组，小组讨论研读规则，确定哨兵战场定位及功能需求。	全组
2019年11月03日 -2019年11月25日	完成第一版下方云台图纸，搭建云台测试平台，测试滑环效果，确定哨兵电路的走线方案。	机械组、电控组
2019年11月25日 -2019年12月05日	审核下方云台图纸，修改细节，优化图纸，出图并下单加工，开始进行哨兵底盘设计。	机械组
2019年12月05日 -2019年12月10日	审核底盘图纸，修改细节，优化图纸，同时完成下方云台的装配和电控调试。	机械组、电控组
2019年12月05日 -2019年12月10日	完善底盘图纸，出图并下单加工，同时视觉组进行云台测试，实现哨兵机器人的自动射击功能。	机械组、电控组、视觉组
2019年12月10日 -2019年12月30日	完成底盘的装配和测试，测试底盘和下方云台一起工作的稳定性，测试云台发射稳定性及自瞄。提出下一版改进方向，开始设计上方云台。	机械组、电控组、视觉组
2019年12月31日 -2020年1月10日	完成上方云台的设计并尽快下单完成装配。	机械组
2020年1月11日- 2020年2月23日 (寒假)	电控组和视觉组联调，测试完整哨兵各项功能的稳定性（寒假具体时间按全队进度适时调整）； 开发针对导弹特征的识别及测距算法，实现15m左右的导弹识别及精准测距。基于静止平台，进行导弹	机械组、电控组、视觉组

	<p>轨迹的测算及预判。</p> <p>在假期内针对测试结果中不完善的部分，进行改进，完成第二版哨兵的设计。</p>	
2020年2月24日-2020年3月15日	<p>完善第二版哨兵图纸，并下单装配，对之前发现的问题展开针对性测试。</p> <p>装配完成后实机调试，实现较大概率的导弹拦截动作。</p>	机械组、电控组、视觉组
2020年3月16日-热身赛	集中测试哨兵的各项功能，并和其他机器人进行战场演练，不断发现并解决问题，保证机器人的稳定性。	机械组、电控组、视觉组、测试组
热身赛赛结束-分区赛	进行高强度的测试，保证机器人的稳定性。参考热身赛其他学校哨兵机器人的性能，优点，对机器人进行细节优化，做到基本功能稳定，达到参赛需求。	机械组、电控组、视觉组、测试组

2.4.6 机器人预算

分类	预算
机加工件	6000
标准件	600
型材	2000
3D 打印	500
动力系统	7200
官方物资（除动力系统）	4200
传感器	800
电控单元	2000

视觉单元	10000
测试场地	1000
其它	500
总预算	34800

2.4.7 分析小结

哨兵	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估 单位：周	资金预估
底盘	轨道，零部件等	机械一人 电控一人	机械组具有设计底盘结构的能力及基本装配技能，对轨道交通有一定研究；电控组具备设计底盘控制电路和编写嵌入式软件的能力，熟悉自动控制算法	4	7000
云台	6020 电机，加工件等	机械一人 电控一人	机械组具备设计云台结构的能力及基本装配技能；电控组具备设计云台控制电路和编写嵌入式软件的能力，熟悉自动控制算法	8	9400
发射机构	摩擦轮等零部件，测速机构（上赛季的替代）	机械一人 电控一人	机械组具备设计、装配发射机构的能力，能够继续优化弹道；电控组能够完善摩擦轮控制算法	6	6000
自动运行	摄像头，pc 等部件	视觉两人	了解自动瞄准系统架构，能够进行移植和优化；熟	8	6000

			悉决策系统的实现方法； 具备熟练的调试技能		
飞镖 反制	摄像头, pc 等部件	视觉一人	了解并能够应用双目测 距算法, 熟悉运动模型的 拟合及预测	12	4000

2.5 空中机器人

2.5.1 需求/功能分析

1) 规则分析:

相对地面机器人而言, 空中机器人不可被攻击, 在输出的过程中没有枪口热量和射频的限制, 只有弹丸发射超过规定速度才会导致能量扣除, 影响可攻击时间。相比于 2019 赛季的空中机器人, 机器人的相关重量和尺寸进一步提升, 在 2019 赛季的比赛中, 空中机器人会出现因为动力配比不均衡或者是因为推重比问题导致的飞行姿态飘忽不定, 以及相关辅助设备没有重量空间安放, 进一步开放的尺寸和重量将会为更优化的动力方案以及辅助设备提供可能, 若要想提升空中机器人的动力配置, 主要方向有更换动力系统或是利用原有的动力系统将机身由四轴改为六轴, 赛季初期准备制作一款六轴无人机作为空中机器人的载体。与此同时, 更多的桨叶和更大的尺寸对机器人的调试安全性提出了更高的要求, 新赛季的过程中, 要做出更高安全性的桨叶保护系统, 以防止在调试过程中空中机器人发生意外对人员造成伤害。新赛季的空中机器人的初始弹量仅为 250 发, 且充能时间增加至 300S, 因此较少的弹量和更少的攻击时间将会对发射系统的稳定性以及弹丸命中效率提出更高要求。

同时, 本赛季云台手的任务较多, 还需要兼顾雷达站、飞镖系统操作, 辅助瞄准更为重要。

2) 功能分析:

空中机器人作为赛场上视角最高的机器人, 可以为整个战场提供信息支持, 新赛季的场地普遍布满地形高台等, 稳定的空中机器人将提供战场的俯视视角, 再结合雷达站的信息反馈, 指挥战场上的进攻以及防守策略。作为重要火力输出单位, 在可攻击时间内, 高效准确的输出伤害, 帮助完成战术目标。

3) 需求分析:

机械: 能够拥有稳定的飞行平台, 最佳状态是能够做到定高定点悬停, 为云台提供稳定的平

台；

稳定的带有发射机构的二轴云台以及高射频发射机构，保证轻量化和弹道精度。

电控：确保云台性能优良，能够在发射弹丸时保持自稳；

确保发射机构射速、射频均能稳定在极限值上。

视觉：确保与步兵机器人功能性一致、性能接近的全自动瞄准射击系统；

性能稳定的吊射辅助系统。

2.5.2 主要改进方向

机械改进方向：

飞行平台：

在保证机身强度和稳定性的情况下尽可能减轻重量，优化机身布局，合理安放飞控、接收机等电子设备。

联合云台及发射机构，调整飞行器重心至合适位置。

射击合理的脚架结构，做到对云台干扰较小，更稳定。

优化细节设计，因机器人尺寸较大，考虑合理的设计使机器人方便携带。

云台部分：

在保证强度和稳定性的条件下减轻重量。

加强对地面目标的跟踪以及攻击能力。

发射机构：

优化发射结构，做到不卡顿，延迟低，射频高

继续减小发射散步，做到长距离发射精准度较高。

电控改进方向：

迭代代码，提高稳定性，增加视觉接口，优化代码限位部分；

持续优化云台控制算法，保证在机架抖动以及高射频下云台的稳定，提高射击精度；

拉高射频，优化摩擦轮控制算法。此处需要机械改进拨弹轮结构，同时大量测试输弹装置是否卡弹；

电路板与走线方面需与机械进行配合，在云台初稿大体完成时决定电路板的个数与位置，同

时确定云台走线方案以及定制线的数量与规格；
配合视觉优化对地目标的击打能力，提高自瞄性能。

视觉改进方向：

适配步兵的自动瞄准系统，并针对平台的特殊性做对应的优化（如后坐力补偿等）；添加吊射基地模式。

2.5.3 资源需求分析

1) 场地需求：

无人机飞行测试场地：考虑安全性，前中期测试应当满足如下要求：具有安全防护网；光线明亮，禁止在晚上进行测试；GPS 信号良好，HDOP 不高于 1.2，确认飞行器已完成返航点刷新；飞行区域净空，无杂物和测试无关人员。结合学校现有条件，认为星天苑操场附近的高尔夫球场满足要求，尝试申请作为测试场地；

云台、自瞄和弹道测试场地：此测试场地为室内静态吊装测试场地，分为弹道测试场地和云台测试场地两部分；周围设有挡板方便收集子弹；

弹道测试场地：离地面约 0.5m，距离靶标 15m 左右，使用铝型材框支撑；

云台测试场地：搭建离地面约 2m 的测试平台，以模拟无人机飞行时的高度，用以测试自瞄系统。

2) 物资需求：

官方物资：测速模块，用于云台完整测试和配重调试；17mm 荧光弹丸，用于发射机构、弹道、充能系统和总体测试，已有的弹丸可以满足需求；装甲模块 1 块，测试自动瞄准系统；仿真基地一个，用以测试视觉辅助吊射功能。

零部件及制作工具：无人机动力系统、控制系统、定位系统等，其中控制系统和定位系统上赛季已经购买，这赛季可继续使用，动力系统考虑在比赛和调试过程中的损坏，需购买要使用的量以及备用量；碳板，铝板，螺丝螺母等各类标准件；各类线材元器件；各类机械制作工具；

2.5.4 人力需求分析

总体人力需求：

在课业学习之余能抽出时间参加项目，且有兴趣、有能力和负责任的同学；

遇到技术问题能够及时沟通及时交流，如果不能解决，考虑商议后换方案或者是由其它队员完成任务；

空中机器人需由组装过或者是参与过此类项目的有经验的人来负责。空中机器人飞手考虑从现役队员中选拔培养。

人员安排：

机械组：温家豪、宫程章；

电控组：田洁华、孙鹏超；

视觉组：宁子谦、王子雯；

飞手和云台手：未定，后续将从现役队员中选拔培养

机械组分工：

负责空中机器人飞行平台、云台和发射机构的设计、装配、维护和后续迭代改进；

使用 Ansys 等工具进行优化设计。

电控组分工：

负责云台主控部分硬件和代码的设计、维护。

负责空中机器人电源电路设计，以稳定高效承载电机需求的大电流。

负责云台控制算法的持续优化。

视觉组分工：

完成自动瞄准系统的配备及适应性优化。实现对于基地顶部装甲的辅助瞄准锁定功能。

飞手和云台手：

负责调试期间和比赛期间空中机器人相关功能的测试以及比赛任务。

2.5.5 时间规划

日期区间	日程安排	组别分工
2019年10月15日 -2019年11月03日	组建空中机器人组，小组讨论研读规则，确定空中机器人战场定位和功能需求。决定空中机器人基本设计方向。	全组

2019年11月03日 -2019年11月25日	初步完成机架图纸，同时下单购买新的空中机器人动力系统，开始设计机器人整体供电系统。	机械组、电控组
2019年11月25日 -2019年12月05日	审核机架图纸，修改细节，优化图纸，出图并下单加工，开始进行云台设计。	机械组
2019年12月05日 -2019年12月20日	完成机架装配，交付电控组进行电控元件安装。	机械组、电控组
2019年12月20日 -2019年12月30日	完善云台图纸，出图并下单加工，同时进行机架动力测试。	机械组、电控组
2019年12月30日 -2020年1月13日	完成整体组装，交付电控调试无人机云台，并对当前的射速、射频以及云台稳定性进行测试，对整体方案进行评估，并准备拍摄中期视频。	机械组、电控组
2020年1月13日- 2020年2月23日 (寒假)	交付视觉组进行辅助瞄准测试，并总结初版机器人存在的问题以及原因。	机械组、电控组、视觉组
2020年2月24日- 2020年3月15日	对第一版机器人暴露的问题进行改进并制定新方案。	机械组、电控组、视觉组
2020年3月16日- 热身赛	完成方案迭代，开始第二版机器人的装配和测试。	机械组、电控组、视觉组
热身赛赛结束-分 区赛	完善各项功能，飞手和云台手联调训练。	机械组、电控组、视觉组

2.5.6 机器人预算

分类	预算
机加工件	7500
标准件	650

型材	0
3D 打印	400
动力系统	4900
官方物资（除动力系统）	0
传感器	800
电控单元	2560
视觉单元	6500
测试场地	800
其它	1300
总计	25410

2.5.7 分析小结

无人 机	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估 单位：周	资金预估
云台	GM6020*2、加工零件、板材、3D 打印	机械组 2 人； 电控组 2 人	对云台、闭环控制方面有过设计、调试经验	云台设计, 6 周； 云台调试, 4 周； 后续迭代优化， 视情况 10 周	约 6000
机架	E2000Pro*6、TB47S*6、机加工零件、标准件、板材、飞控系统、传输系统等	机械组 1 人； 电控组 1 人	有过无人机组装和调试的经验	机架设计与组装, 7 周；前期飞行测试	约 18000

发射机构	M3508*2 套、M2006*1 套、机加工零件、板材、3D 打印、裁判系统等	机械组 2 人；电控组 1 人	有耐心和创造力，尝试多种改进方案，能够对产生的问题进行分析	根据测试进程约 5-7 周	约 800 到 1000 元
自动射击	miniPC、高帧率工业相机、长焦镜头、电源模块、线束等	电控组 1 人、视觉组 1 人、机械组成员负责维护及配合视觉组工作	了解自动瞄准系统的架构，能够完成移植和适应性优化；了解基础的模式识别方法及位姿解算方法，能够独立开发所需的辅助瞄准系统。	适配及开发越 2 轴，完成后需持续优化	约 6000-6500 元

2.6 飞镖系统

2.6.1 需求/功能分析

1) 规则分析：

飞镖主要作用于前哨站和基地，攻击伤害基地或前哨站上限血量的 1/5。战略地位上，飞镖作为奇袭单位，作用距离远，精度要求高，因而制导能力尤为重要。在赛场上飞镖有两次发射机会，共计只能够发射 4 枚飞镖，需要配合其他手段才能够击毁敌方基地，但其全中之后的高额伤害仍然能够奠定胜局甚至一转颓势，重要性不言而喻。

2) 功能分析：

远距离高精度的命中能力和良好的制导能力。发射架和对方基地、前哨站的距离几乎跨越整个战场，这就要求机器人在射程很远的情况下也能命中目标，对于射击精度和制导能力要求很高。

控制系统的快速性和准确性。飞镖发射口开启机会少、时间短，因此需要控制系统具有较好

的快速性。同时，射速过高后攻击力失效的规则也要求控制系统的准确性较高。

机械结构的可靠性。飞镖发射后会直接散落在赛场，所有要具有一定的强度防止其在机器人碰撞中损坏。

3) 需求分析:

机械：灵活的发射架，保证有能力实现精准、快速的角度控制；

稳定的动力来源，合理的弹体结构和轨迹控制结构。

电控：精准、快速、稳定的发射架控制，以保证出射时弹道的稳定；

合理选择电池容量和控制电路板，满足导弹的重量要求的单次发射的能量需求；

结合传感器反馈数据，调整舵面偏转以实现惯性制导。

视觉：由于导弹限重过小，不便于安装视觉设备，故无视觉需求。

2.6.2 主要发展方向

机械发展方向:

发射架：保证达到 pitch 轴和 yaw 轴角度需求；并利用气动提供稳定的动力来源。

导弹：轻量化设计，尽可能简化机械结构，优化飞镖翼型以及舵面设计。

电控发展方向:

合理的传感器选型，以识别场地目标；电路板小型化，适应较小的重量限制；快速的控制算法，导弹飞行时间极短，需要快速响应才能达到控制弹道的效果。

2.6.3 资源需求分析

1) 场地需求:

需要一个 26m*5m 的场地，满足飞镖全程飞行、定点打击的测试需求。

2) 物资需求:

设备需求：3D 打印机一台，激光切割机一台，用于飞镖弹体制作。空压机、气瓶、稳压阀等，用于气动系统的布置。

官方物资：飞镖的裁判系统（还未发布）。

零部件及制作工具：碳板，铝板，螺丝螺母等各类标准件；电机，电调，电池等动力原件；各类线材元器件。

2.6.4 人力需求分析

总体人力需求：

飞镖系统需要较高的技术水平和很长的研发周期才能够做出理想的效果，除了主要负责人之外，还需要老队员提供充足的技术支持和指导，参与联合研发。由于其功能单一，故所需的人员并不多，但要求负责人长期负责，持续进行迭代优化。

人员安排：

机械组：宫程章

电控组：冯杰琳

机械组分工：

动力系统的设计和测试，飞镖机械结构设计，审核，测试，装配，维护，迭代。

电控组分工：

电路板设计，印制原件采购焊接维护。飞行控制系统的设计、维护和优化。

2.6.5 时间规划

日期区间	日程安排	组别分工
2019年11月5号- 2019年11月16号	评估飞镖战术，确定功能。开始写控制和识别的代码。 对飞镖的不同动力方案进行测试。	机械组，电控组，视觉组
2019年11月17号 -2019年11月30	完成飞镖动力测试，并初步选定动力方案，并开始设计机械结构及气动外形的设计以及发射架的设计。	机械组
2019年12月1号- 2019年12月15	完成第一版飞镖方案和队内答辩，审核修改细节问题	机械组
2019年12月16号 -2019年12月30号	完成细节修改，第一版方案定型，导出工程图，联系加工商，下单购买相应物资。	机械组
2020年1月1号- 2019年1月31号	完成第一版飞镖装配以及测试，发现问题对部分结构进行迭代。	机械组，电控组，视觉组
2020年2月18号-	完成迭代后飞镖的各项测试，问题评估问题解决。	机械组，视觉

2020年3月15号		组，电控组
2020年3月15号- 分区赛前	飞镖系统的日常维护，结构迭代，对不同的识别算法和控制算法进行测试筛选。	机械组，视觉组，电控组
热身赛-分区赛	针对赛场上的问题进行讨论解决，学习其他队伍的亮点和吸取经验教训。	全组别

2.6.6 机器人预算

分类	预算
机加工件	3000
标准件	1000
型材	300
3D 打印	300
动力系统	4000
官方物资（除动力系统）	1000
传感器	600
电控单元	800
视觉单元	5000
测试场地	500
其它	1000
总预算	17500

2.6.7 分析小结

飞镖系统	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估 单位：周	资金预估
------	------	------	--------	--------------	------

发射架	测试场地，零部件、工具、电机、电调等。	机械一人 电控一人	机械组具有一定画图设计经验，能够对多种发射方式进行测试，电控组有过云台调试经验	4	8000
飞镖	各类加工件、电子元件等	机械一人 电控一人	有过类似飞行器的设计制作和调试经验	4	7000
制导机构	各类电子元件，传感器组，微处理器	电控一人	有各种传感器使用的经验，具备较高水平的自动控制技术	2	2500

2.7 雷达站

2.7.1 需求/功能分析

1) 规则分析：

在 RoboMaster2020 机甲大师比赛规则手册 V1.0 中，新增了雷达站。雷达站具有广阔的视野和良好的算力，可以对战场实时监测，并能以多种方式展示处理结果，如传回摄像头的全局视野、制作战场小地图等；

同时，规则中提到可以利用雷达站监测敌方导弹，从而辅助其他机器人实现反导任务；

雷达站的出现，为己方提供了更大的视野，识别出敌方并标注其位置和动向，能够为战术决策提供更多的极为有力的信息，甚至能够搭建起一套全自动的战术决策系统，以规避操作手在场上由于心理素质不达标而导致的失误。

2) 功能分析：

根据对规则的分析 and 商议，雷达站各个级别的功能如下：

- 1.最基本的功能：识别出敌手和己方战车，并测算出目标位置，标注在平面地图上，即扩展版的小地图。
- 2.最好能够实现的功能：根据目标的行动轨迹和运动状态等来推断其意图和威胁程度，并在地图上标出相应的标识，对于威胁较大的敌方，给予己方预警。

3.理想功能：根据战场形势和比赛时间，以及双方资源等信息进行智能决策，提供战术建议。

3) 需求分析：

机械组：设计雷达站物理实体，包括拥有搭载长基线双目相机能力的二轴云台以及能够安装在基座上的底盘；要求便于搬运、安装和定位，同时应足够稳定，相机安装精度应足够高以避免产生过大的测距误差。

电控组：移植云台控制模块并完成性能调优。

视觉组：能够以 10FPS 以上的帧率输出战场信息，尽量少出现误判等情况，从基本要求做起，一步步实现上述功能，提高机器人的自动化、智能化程度。

2.7.2 主要发展方向

视觉发展方向：

必须确保足够稳定的机器人识别和位置/兵种标注。在此基础之上，着力解决目标动向的分析和预测以获取到更为精准的决策信息。如目标完成后仍有余力，则尝试制作全自动决策系统。

2.7.3 资源需求分析

1) 场地需求：

需要一个 26m*5m 的场地，满足全场机器人定位的测试需求。

2) 物资需求：

设备需求：高性能工业相机、高性能 GPU 计算平台、两个云台电机、激光切割机、3D 打印机等。

其他：需要各车型的完整机器人及充足的视频资料用于模型训练和识别定位测试。

2.7.4 人力需求分析

总体人力需求：

雷达站模块相对独立，任务较为单一，只需视觉组成员实现功能，机械组成员和电控组成员辅助进行平台的搭建和安装调试。

人员安排：

视觉组：马泽红、杨晓峰

视觉组分工：

结合传统方法和深度学习方法，实现识别敌我双方并标注在地图上的功能，并将分析得到的每个敌方目标的状态信息并标注在对应目标旁。

2.7.5 时间规划

日期区间	日程安排	组别分工
2019年11月11日-2019年11月24日	将数字识别加入到机器人识别中，初步完成敌我机器人识别和兵种分类	视觉组
2019年11月25日-2019年12月1日	完善机器人识别模型，规范化代码。	视觉组
2019年12月1日-2019年12月15日	双目测距与单目测距尝试与实现	视觉组
2019年12月16日-2019年12月31日	测距模块进一步完善，提高精度	视觉组
2020年1月1日-2020年1月13日	验收第一部分成果，进行调试与修改，并对比其他方案	视觉组
2020年1月31日-2020年2月28日	扩充数据集，组装雷达，进行完整的运行测试，针对所出现的问题进行相应的调整	视觉组、电控组、机械组
2020年3月1日-2020年3月15日	实现飞镖的识别和轨迹估计，并结合机器人通信系统进行测试，完成飞镖预警功能	视觉组、电控组、机械组
2020年3月16日-热身赛前	定稿终版雷达方案并优化，调整至比赛状态	视觉组、电控组、机械组
热身赛-分区赛	根据热身赛所出现的问题，抓紧调整雷达站方案，并做好备案，持续进行现有功能的优化	全组别

2.7.6 机器人预算

分类	预算
机加工件	200
标准件	100
型材	100
3D 打印	50
动力系统	1798
官方物资（除动力系统）	0
传感器	0
电控单元	100
视觉单元	18400
测试场地	0
其它	0
总预算	20748

2.7.7 分析小结

雷达系统	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估 单位：周	资金预估
平台	二轴云台、底座等	机械一人 电控一人	机械组成员具备二轴云台设计能力，能够保证相机固定精度；电控组成员具备调试云台控制的能力	4	3000 左右
视觉模组	相机、运算平台等	视觉两人	了解机器学习知识，能够熟练运用现有框架进	4	18000 左右

			行算法开发；具备一定的数学基础，能够完成数据滤波、位姿解算等处理		
--	--	--	----------------------------------	--	--

2.8 整体时间规划

战队的首要任务便是备赛，而备赛的首要任务便是保证各个机器人的研发和测试进度，如何保证进度不会被过分拖延这也是困扰很多战队的一个问题。而我们战队上赛季便因为缺乏严格的进度追踪和推进机制，导致整体进度延误近一个半月，以至于临近分区赛时机器人的很多功能都没有进行高强度测试，操作手训练严重缺乏。这个赛季我们决定加强战队的时间规划和管理，目前使用甘特图针对每个机器人组制定的赛季规划中的时间规划进行可视化，经每个机器人组组长指定、项管审核后，使用 **Markdown** 制作了各机器人的时间规划的甘特图。下图是我们将一些关键的时间节点保留后的分区赛前的整体里程碑甘特图，其中的红线便是当前时间，起到了警醒的作用。而截至目前在此红线之前的所规划的赛季任务均按照既定时间前完成，所以我们认为这个时间规划基本符合战队的实际情况，今后也应当按照该规划继续推进备赛工作。

图 1 整体里程碑甘特图（分区赛前）

2.9 整体人力评估

1) 机械组人力评估:

战队本赛季机械组人数为 9 人，其中包括 4 名大三，5 名大二本科生。大三成员其中一人参与过两届 RoboMaster 大赛，其余三名参加过一届 RoboMaster 大赛，具有丰富的比赛经验，主要负责重要机器人的设计以及其他机器人的技术指导；大二成员主要负责机器人的装配工作和少量非重要零件的设计。

每个机器人组有一个主要设计人，另外一个人负责辅助，如此可以对新成员进行培养。

2) 电控组人力评估:

战队本赛季电控组人数共 13 人，其中大四 1 人，大三 7 人，大二 5 人。大三、大四成员基本都为上赛季参赛队员，拥有一年的参赛经验，并且都具有各类比赛的参赛经验，对于战队的技术传承，以及技术方向有重要意义。大四及大三部分队员负责整体框架的设计、硬件接口的、代码架构、优化控制算法等工作，并给予大二队员以技术支持。

由于部分上赛季大三队员因学校的规定搬回到另一个校区，两校区的相隔较远，不便于进行机器人各项功能的测试，所以老校区大三电控组成员主要负责一些技术方案开发、审核，发挥其备赛经验上的优势，优化技术，并远程给予大二队员以技术上的支持。

大二队员于 2019 年暑假加入队伍，入队培训考核期间，已经基本掌握 STM32 单片机开发调试、使用 Altium Designer 设计电路板以及电路板的调试、维修，已能够胜任备赛期间个机器人的调试任务。到目前为止，大二每位队员已熟悉上赛季所有机器人代码以及硬件，

可以独立对上赛季机器人代码进行优化改进。我们将以大三队员带大二队员的模式进行面对面的交流培养，加快新队员的技术提高。按照每车 1-2 位大二、大三队员，分配到各个车组，专人专车负责调试任务，以便更快的进行技术验证。

经过上赛季的技术积累，机器人模块化的架构已被证明可行，大二新队员可对不同的模块进行快速的入手学习、调试，降低新队员的上手难度。由于部分大三队员在老校区，本赛季后期，若是上课期间电控组人员可能会比较紧张，机器人的开发进度可能会被限制。

3) 视觉组人力评估:

战队视觉组本赛季目前共有 13 名正式队员，有 1 名大四的老队员，5 名大三的老队员，1

名大三的新队员以及 7 名大二的队员（暑假入队），以及尚未入队的大一预备队员 1 名。

视觉组的主要任务划分为四部分：图像识别及测距、建模及预测、控制、通信及状态机。各部分工作的主要承担人员均为大二年级的队员。大四的老队员（前任组长）负责提供技术支持及方向上的指导，必要时进行技术攻坚。组长负责安排、督促进度，并且 按需调整各部分人员配置以加快进度。其余的大三老队员各负责一个方向的指导并辅助进行研发。大二的七名队员中抽出三名来进行图像识别及测距部分的研发和调试（包括装甲板识别、能量机关识别、雷达站所需识别及其余辅助功能）此三人自行协调进行工作，不进行具体分工。两名同学负责建模及预测（主要针对机器人）。一名同学负责控制系统的维护和调试（包括弹道解算、云台位置闭环控制及其余辅助功能）。一名同学负责状态机（哨兵及其余兵种）的编写及程序的总装，兼顾维护硬件控制如通信和相机驱动部分。

各同学除了自己所负责的内容之外，应当全部具备单独调试机器人的能力，以备不时之需。

4) 运营组人力评估:

战队运营组本赛季共有 10 名成员，其中包括 2 名指导老师，3 名大四成员（队长和项管以及上一任运营组成员）3 名大三成员（其中有一名是新队员且学业为 5 年制），1 名大二新成员。

两名指导老师拥有丰富的机器人等科技竞赛指导经验，并且能为战队提供资金、技术、联系学校各方面等支持。吕冰老师与王灵利老师同作为工程实践训练中心冷加工部部长，能够为战队提供资金支持、加工设备和测试场地。

队长作为前任视觉组组长，具备全面的知识技能以及优秀的研发能力，能够把控战队技术方向，一定程度上指导设计。

副队长熟悉数字电路设计和嵌入式，是战队电控组的主力队员，拥有一年的参赛经验，同时负责管理战队财务，对接校方和组委会以及联络其他参赛队。

项管同样为电控组主力队员。同时负责管理团队、制定和监督战队进度计划等，牵头机器人评审和测评工作。

运营组组长为大三成员，主要负责招商方面，负责与大量赞助商进行对接，同时也负责活动策划安排。

其他四名人员中，有一名大三成员协助招商以及财务管理，其余人均负责宣传方面，负责战队的 QQ、微信、微博等新媒体运营，收集战队视频图片素材，制作宣传资料以及战队周边制作等工作。

2.10 其他资源需求

除上文提到的资金、人力、时间、场地、加工设备、零件、工具、物资等需求外，其它的资源需求可能都不是那么硬性或者直观的需求，比如需要校方各部门对战队提供的其它支持、有时可能需要退役队员提供技术支持、与其他战队进行技术交流等。

3. 组织架构

3.1 队伍管理架构

WMJ 战队实行**学生自主、整体平级、多组交叉**的管理制度。

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

而**整体平级**是指，战队内虽然有队长组长之分，但是没有等级的区分，战队每个人有义务做好自己的本职工作，也有权利指出任何人的问题，战队贯彻敢说敢做的精神，保证每个队员为战队建设出力的权力。即便是指导老师、队长或项管，也只是运营组的一员，虽然具有管理战队的权力，但其它队员也有自由的提出质疑的权力。**多组交叉**是指虽然战队分为技术组和机器人组等组别，但同一个人参与到多个组别中，例如一名技术组视觉组员，同时参与到步兵机器人组作为视觉组员，共同为战队的赛季总体目标努力。战队组织结构图如下图所示：

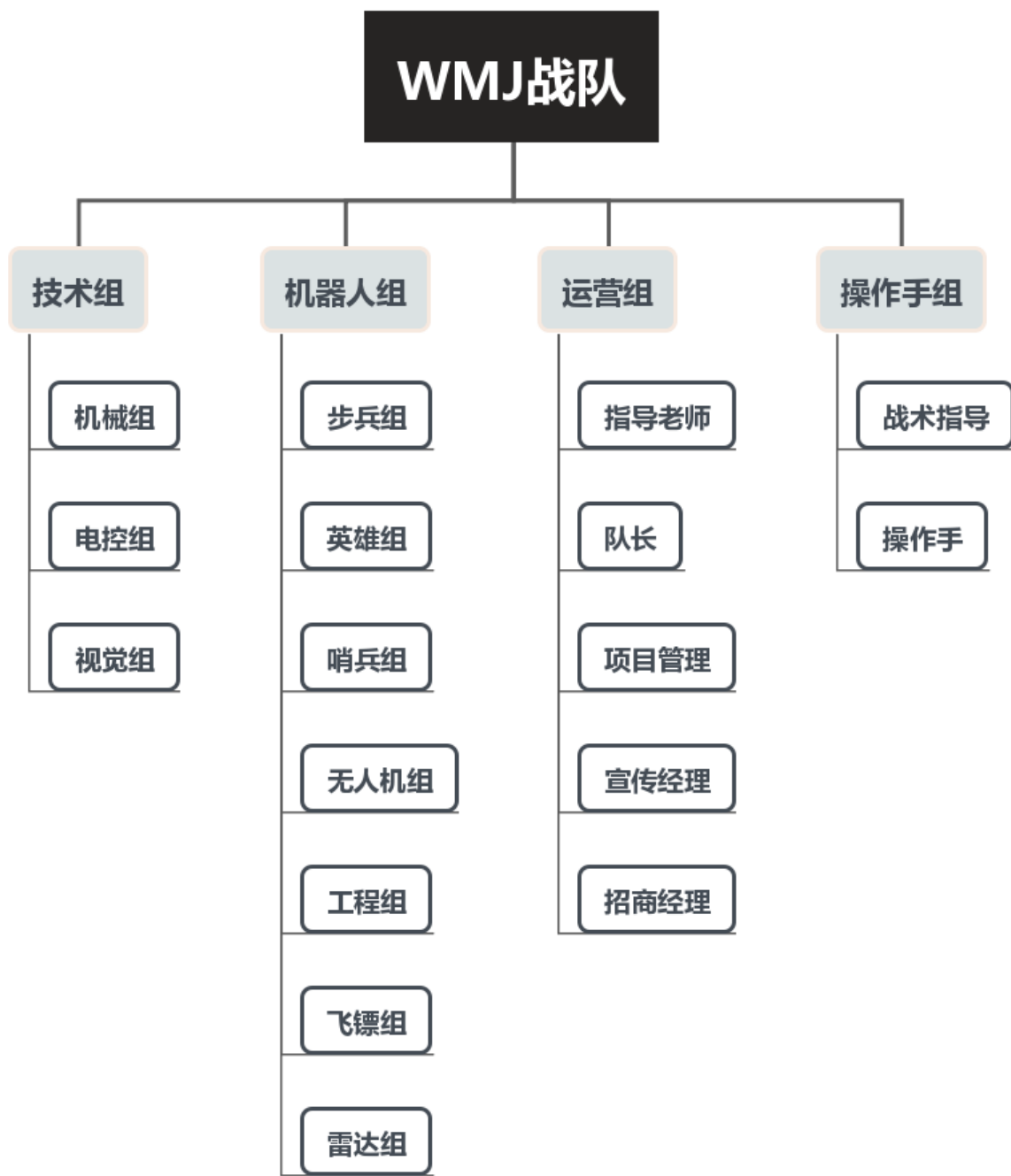


图 2 战队结构图

WMJ 战队目前按照技术方向分为三个技术组（机械组、电控组、视觉组）和两个非技术组（运营组和操作手组），与此同时，按照不同的机器人分为五个机器人组（步兵组、英雄组、工程组、哨兵组、无人机组），按照职责不同分为测试组、财务组。战队招新时按照五个技术方向招新，待到新队员通过层层考核正式入队后，经过前期的了解结合个人兴趣和战队规划，再确定加入哪个机器人组。战队测试组由项管在某一版机器人交付后牵头成立，待完成所有测试任务并归档所有测试记录后即解散。而战队财务组由战队队长总负责，项管和各技

术组、非技术组组长组成，专门负责战队经费支出的审核和管理、账目记录和审核和发票报销等。

3.2 岗位职责分工

1) 技术组组长

为技术组总负责人，为各组的交流代表、技术方案审批人。

- 1.负责协同其它技术组组长进行技术方案敲定。
- 2.负责本技术组的组员任务、考勤安排
- 3.负责本技术组的对外交流
- 4.负责本技术组文档、共享平台管理以及相关传承事项构建
- 5.负责本技术组的组员定期考核，为本技术组的进度总负责协调人

2) 技术组物资管理

为技术组各种物资的管理，原则上不可为技术组组长。

- 1.负责与队长进行对接财务报销（向队长提供采购审批单、账目报销所需等相关资料）
- 2.协同技术组组长（物资管理的审核人）管理组内物资
- 3.协同技术组组长（组内物资购买审核人）管理组内账目
- 4.统计耗材的使用情况，记录非耗材的状态（避免在必要耗材已经耗完再去申请下单审批从而托进度的情况）

3) 技术组组员（机械、电控、视觉）

为技术组主要开发成员。

- 1.负责按时完成技术组组长发布的技术组任务（若为完成需要提供合适的未完成理由、以及自己做过哪些尝试，
下一步规划以及之后需要什么样的协调与帮助）
- 2.负责在平时注意向本组物资管理反馈相应物资的状态、耗材的剩余等
- 3.了解其它战队的技术走向，并作出合理评估
- 4.计划每周的学习计划，在组内例会上分享学习的内容以及提议技术走向

4) 机器人组组长

为各机器人组主要负责人员，原则上不可为各技术组组长，一般由对规则相对更熟悉的机械组老队员担任。

- 1.负责在技术组中选择相应队员（由队员报名、技术组组长协调推荐后）加入该机器人组
- 2.负责与各技术组组长、队长共同审查该机器人技术方案
- 3.负责机器人组下的某一技术组的组员任务（任务量技术组组长应视情况减轻）
- 4.负责该机器人的测试项目，配合由项目管理牵头的测试组进行机器人组测试
- 5.负责规划该机器人的赛季任务规划、该机器人的进度监督工作

5) 机器人组组员（机械、电控、视觉）

为各机器人组负责研发任务的技术成员。

- 1.负责按时完成技术组组长发布的技术组任务（若为完成需要提供合适的未完成理由、以及自己做过哪些尝试，
下一步规划以及之后需要什么样的协调与帮助）
- 2.负责在平时注意向本组物资管理反馈相应物资的状态、耗材的剩余等
- 3.了解其它战队的技术走向，并作出合理评估
- 4.计划每周的学习计划，在组内例会上分享学习的内容以及提议技术走向
- 5.详细关注所负责的机器人的相关动态（其它战队的此机器人动态、目前所负责的机器人的状态、官方规则关于此项机器人的改动等）。
- 6.负责和测试组、操作手组交流，在测试组和操作手的评估结果下进行技术优化。

6) 指导老师

协助队伍发展的运营组成员、战队所在的学校中具备科研、教学工作资格的讲师、教授或其他职务的教职人员。

- 1.负责为战队整合校内资源
- 2.负责在自己的专业领域内指导队内技术
- 3.负责督促、监管战队项目进度
- 4.负责团队的人身财产安全
- 5.申请、管理、指导竞赛期间团队经费的使用

6、协助队长积极配合组委会工作

7) 队长

为战队总负责人，属于运营组（可同时属于技术组），

- 1.负责和组委会进行积极对接
- 2.负责和各相应负责人审查战队技术方案
- 3.负责整个战队的传承和发展
- 4.负责整个战队的对外交流
- 5.负责战队财务并配合各技术组物资管理的申报物资、报销流程
- 6.负责统筹整个战队的人员安排

8) 项目管理

为战队的项目整体管理者，属于运营组（可同时属于技术组），

- 1.负责把控项目的整体进度
- 2.负责牵头机器人的模块化测试、整机测试等测试方案
- 3.负责整个战队的制度管理
- 4.负责整个战队的文档、资料管理
- 5.负责项目相应文档的撰写做好文档传承、制度传承等工作
- 6.负责整个战队的物资管理

9) 宣传经理

为战队及 RM 相关项目的宣传推广负责人，属于运营组，

- 1.负责开发、整合战队的宣传资源（打包更新至运营组资料共享平台）
- 2.负责与别的战队进行互动、与组委会官方互动
- 3.协助队长做好对外交流
- 4.负责战队的队内活动策划
- 5.负责协助队长做好队伍传承（上一届老队员资料收集，老队员纪录片等）

10) 招商经理

为战队招商赞助联系的负责人，属于运营组。

- 1.负责开发、整合战队的招商资源
- 2.负责赞助商的对接跟进任务
- 3.负责调研赞助商的需求、以求多种渠道为战队寻求赞助
- 4.负责与组委会交流、并详细了解侵权定义等相关法律条文

11) 战术指导

为战队备赛期间战术规划者，在比赛时操作手组的主要负责人，属于操作手组。

- 1.负责详细了解往届其它学校战队的水平，并根据能收集到的现有资料做客观预测
- 2.负责详细研究往届比赛中所展示出的技术点、战术方案等
- 3.负责根据战队的机器人实际情况、对方战队实力做出合理的战术方案
- 4.负责操作手训练的训练任务，以及组织开展模拟战等活动
- 5.在比赛时协助队长做好准备事项，并提高整个战队士气

12) 操作手

为战队比赛期间的机器人实际操作者，属于操作手组，原则上从由项管牵头的测试组中选拔。

- 1.在备赛期间积极训练，针对机器人的性能做出评估给技术组合理反馈
- 2.为自己制定科学的训练方案，并针对每次的训练效果进行记录
- 3.向战术指导提供战术方案

3.3 现役队员和工作分配

1) 机械组

人员	工作任务	投入时间量	技术实力
孙志超	机械组组长。 工程机器人设计装配与后期维护	大三成员，课余时间不多，但有空余时间投入队伍管理工作，并担任部分设计任务	有一年参赛经验，上赛季负责工程机器人设计，有丰富的气动设备使用经验，熟练使用 solidworks 、 ansys 与 adams 进行设计，熟练掌握激光切割机操作

人员	工作任务	投入时间量	技术实力
伍文昊	新队员培训，哨兵机器人设计装配与后期维护	大三成员，在课余时间可以投入一部分的精力投入开发中	有一年参赛经验，上赛季负责哨兵机器人的设计，熟悉光电设备选型与应用，会使用 solidworks 、 abaqus 等进行设计
潘锦涛	步兵机器人设计装配与后期维护，老校区协调管理。	大三成员，在课余时间可以投入一部分的精力投入开发中	有一年参赛经验，上赛季负责步兵机器人的设计，两年 solidworks 运用经验；掌握机械原理，机械设计，公差测量等学科知识；拥有比较多的实践经历
温家豪	空中机器人设计装配与后期维护，飞手培训	大三成员，在课余时间可以投入一部分的精力投入开发中	有一年参赛经验，上赛季负责空中机器人的设计，并担任飞手，有丰富的空气动力学知识，有丰富的无人机设计经验与飞行经验
徐建波	飞镖系统设计装配与后期维护	大二成员，在课余时间可以投入较多的精力投入开发中	掌握机械设计方面的知识，会使用 Solidworks 、 AutoCAD 等软件
王生发	协助空中机器人设计装配与后期维护	大二成员，在课余时间可以投入较多的精力投入开发中	会使用 Solidworks ，掌握机械原理，机械设计，公差测量等学科知识。
宫程章	飞镖系统设计装配与后期维护	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发上	有创新想法，能够独立完成小部件的设计，敢于实践，热爱机械设计，会使用 Solidworks 、 Ansys

人员	工作任务	投入时间量	技术实力
杨广轩	英雄机器人设计装配与后期维护	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发上	有一定的设计经验，有基本的机械基础知识，会使用 SolidWorks、Ansys 等软件
郝毅仁	英雄机器人设计装配与后期维护	大二成员，在课余时间可以投入较多的精力投入开发中	有一定的设计经验，有基本的机械基础知识，会使用 SolidWorks、Ansys 等软件

2) 电控组

人员	工作任务	投入时间量	技术实力
冯熙川	电控组组长，步兵机器人调试与维护，新队员培训	大三成员，能够在放假期间以及学业之余投入较多时间	有一年参赛经验，上赛季负责步兵机器人调试与维护，有丰富硬件设计经验和嵌入式设计经验，熟练掌握超级电容设计方法
田洁华	空中机器人调试与维护，老校区协助管理	大三成员，在课余时间可以投入一部分的精力投入开发中	有一年参赛经验，上赛季负责工程机器人调试与维护，熟练掌握嵌入式调试
秦敏杰	工程机器人调试与维护	大三成员，在课余时间可以投入一部分的精力投入开发中	有一年参赛经验，上赛季负责工程机器人调试与维护，有丰富的气动元件控制调试经验
付鹏宇	空中机器人	大三成员，在课余时间可以投入较多的	有一年参赛经验，上赛季负责空中机器人调试与维护，擅长参数调节，有

人员	工作任务	投入时间量	技术实力
	调试与维护	精力投入开发中	一定的硬件设计经验
谢志臻	哨兵机器人调试与维护	大三成员，在课余时间可以投入较多的精力投入开发中	有一年参赛经验，上赛季负责哨兵机器人调试与维护，有丰富的光电元件调试经验
陈星	步兵机器人调试与维护，超级电容方案设计	大三成员，在课余时间可以投入较多的精力投入开发中	有一年参赛经验，上赛季负责步兵机器人调试与维护，有丰富硬件设计经验，掌握过硬的学科知识
邢丽寅	英雄机器人调试与维护，设计通信装置	大三成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发上	有参加其他机器人比赛的经验，有一定的嵌入式设计经验，熟练使用 keil、AD 等软件
孙鹏超	协助空中机器人调试与维护，电控物资管理	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发上	对电控物资比较熟悉，对队内工作有热情，愿意学习电控方面知识，经过队内培训有一定基础，能够胜任机器人的调试任务
刘佳豪	英雄机器人调试与维护，设计功率控制方案	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发上	掌握单片机开发和电路设计，参加过有关单片机开发的培训以及其他与电子方面的比赛，有一定的技术经验
关宇豪	协助步兵机器人调试与维护，设计通	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发	拥有一定单片机编程与电路设计经验，会使用 keil、AD 等开发软件，能够完成电路板的焊接与检修

人员	工作任务	投入时间量	技术实力
	信装置	上	
冯杰琳	协助飞镖系统调试与维护	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发上	拥有一定单片机编程与电路设计经验，会使用 keil、AD 等开发软件，能够完成电路板的焊接与检修
李伯昊	英雄机器人调试与维护	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发上	拥有一定单片机编程与电路设计经验，会使用 keil、AD 等开发软件，能够完成电路板的焊接与检修

3) 视觉组

人员	工作任务	投入时间量	技术实力
倪嘉伟	视觉组组长。 Socket CAN 通信模块、相机驱动模块维护、程序总装、状态机及看门狗等	大三成员，课余时间不多，但可以投入精力在机器人开发	熟练使用 C++、python; 熟悉 boost、串口通信、smach、shell 编程、socket 通信、OpenCV 基础等
陈亚青	数据滤波、目标轨迹预测、武器位姿解算	大三成员，在课余的时间可以投入一部分的精力投入开发中	熟练使用 C++; 了解若干滤波算法、预测模型; OpenCV 基础

人员	工作任务	投入时间量	技术实力
王子雯	装甲识别以及能量机关识别	大三成员，在课余时间可以投入一部分的精力投入开发中	熟练使用 C++；熟悉 OpenCV 常用 API；深度学习基础
杨晓峰	能量机关识别、雷达站	大三成员，在课余时间可以投入较多的精力投入开发中	熟练使用 C++、Python；熟悉 OpenCV 常用 API；了解 Tensorflow 框架及一些基础神经网络
赵欢	装甲数字识别及目标建模预测	大三成员，在课余时间可以投入较多的精力投入开发中	熟练使用 C++、Python；熟悉 OpenCV 常用 API。
王禹	视觉双目识别测距	大三成员，在课余时间可以投入较多的精力投入开发中	熟练使用 C++、Python；熟悉机器人的控制、定位和导航算法。
马泽红	雷达站的设计开发	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发上	熟练使用 C++；熟悉 OpenCV 常用 API；能够熟练运用深度学习框架进行开发
汪世龙	状态机	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发上	熟练使用 C++、Python；熟悉 OpenCV 常用 API；
周放	武器位姿解算及弹道补偿测算	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发	熟练使用 C++；了解线性变换知识，熟练使用 Matlab 工具；具备一定的 OpenCV 基础

人员	工作任务	投入时间量	技术实力
		上	
梁宇峰	目标建模及预测	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发上	熟练使用 C++ 、 Python ；熟悉 OpenCV 常用 API；
李怡萌	装甲识别。	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发上	熟练使用 C++ 、 Python ；熟悉 OpenCV 常用 API；
宁子谦	机器人控制	大二成员，在课余时间可以投入一部分精力在机器人软件开发上	熟练使用 C++；了解若干滤波算法和控制算法，熟悉通讯模型；具备一定的 OpenCV 基础

4) 运营组

战队运营组由 2 名指导老师和 8 名学生组成。

两名指导老师均拥有丰富的机器人等科技竞赛指导经验，能够为战队提供资金、技术、联系学校等方面的支持，并为战队提供加工设备、研发和测试场地。

指导老师	简介
吕冰	工程实践训练中心冷加工教学部部长，高级工程师，研究方向为机械加工制造。获得 2017 年西北工业大学“三育人”先进称号，曾指导学生参加并获得 2017 “十五届挑战杯大学生机械创新设计大赛”陕西省赛区特等奖。

指导老师	简介
王灵利	工程实践训练中心冷加工教学部教师，具有过硬的机械方面知识水平，曾多次指导学生参加各类竞赛，2015年获西北工业大学教学成果二等奖；指导学生获得第五届全国大学生工程训练综合能力竞赛省赛特等奖1项、一等奖1项；2017年获得陕西省高校工程训练教师教学能力竞赛普通车床竞赛一等奖。

运营组学生团队分工如下：

人员	工作任务	投入时间量	技术实力
程钰云	战队队长，负责管理团队，战队财务，对接校方和组委会以及联络其他参赛队。	大四成员，已经保研。在本科毕设工作之余，能够投入较多时间参与队内管理工作	拥有一年参赛经验，熟悉数字电路设计和嵌入式，战队电控组主力队员。 熟悉管理团队工作，擅长与他人沟通交流，具备一定的交际能力。负责管理战队财务工作，熟悉学校的各项制度和报销流程。
夏志远	战队队长，负责管理团队、指导设计等	大四成员，已经保研。在本科毕设工作之余，能够投入较多时间参与队内管理工作	拥有两年参赛经验，前任视觉组组长及操作手，技术功底扎实，比赛理解深入。 有丰富的团队管理经验，熟悉备赛各阶段的具体内容，能够进行合理的进度规划以及督促。
王家钰	战队项目管理，负责战队组织管理，进度规划与追踪	大三成员，在课余时间可以投入一部分的精力投入开发中	拥有一年参赛经验，兼任电控组组长，有一定的技术功底，对比赛理解较为深入。 有一定的团队管理经验，熟悉各类项

人员	工作任务	投入时间量	技术实力
			目管理工具和进度追踪方法，
王晓哲	运营组组长，主要负责招商对接以及活动策划安排。	大三成员，能够投入大量课余时间。	拥有大量与赞助商对接以及活动策划经验。并且已有相关成果。
顾思敏	运营组大四成员，有丰富的宣传经验以及团队文化建设方面经验，主要指导新成员。	大四成员，已经保研，可以投入大量时间。	拥有两年参赛经验，拥有极其丰富的文化建设经验。
余雨兰	运营组招商小组成员，主要负责招商文案、招商手册等大量招商文职工作，同时也负责一部分招商对接。	大三成员，可以投入大部分课余时间。	已有一年参赛经验，能够独立完成各项招商文案工作。
李彦铎	运营组宣传小组成员，负责微博以及 QQ 公众平台运营以及各种文化（如队服、周边等）设计类工作。	大三成员，可以投入大部分课余时间。	已有一年参赛经验，精通产品设计。

人员	工作任务	投入时间量	技术实力
刘欣怡	运营组宣传小组成员，主要负责微信公众号运营，同时负责对内视频照片等拍摄以及整理工作。	大三成员（五年制），可以投入大部分课余时间。	之前在校内传媒基地工作，有一定的剧本撰写以及拍摄经验。

3.4 团队氛围建设和队伍传承

3.4.1 团队氛围建设

1) 团建活动:

1. 赛季初期组织一次较为大型的团建娱乐活动，例如全体成员去轰趴场馆互动娱乐。以加深新队员们对于战队的集体感。
2. 备赛中期偶尔进行聚餐，互相分享日常。
3. 备赛后期定期举行小规模聚餐，观察到有哪个机器人组任务稍重需要爆肝，组织他们进行聚餐缓解压力。

2) 文化建设:

1. 在一些特定的节日举办一些活动，例如即将到来的圣诞节以及之后的元旦等等，装饰战队工作场所烘托节日气氛，制定一些小游戏进行互动。

2. 文化墙建设:

建设一面有纪念意义的战队文化墙，墙上记录了每位队员从刚刚入队到驰骋赛场的整个过程。

3) 文化角建设:

在战队主要工作场地设置一个角落，布置 RM 官方物资（例如队旗、海报相框等）以及其他学校赠送的纪念品以象征相互之间的深厚友谊。同时也用来摆放自己战队的一些周边设计或文化传承。



图 3 战队文化角

3.4.2 队伍传承

知识传承：

机械组：

机械组目前 是通过 qq 群进行知识传承工作。传承的内容包括但不限于以下内容：

- 1.历届机器人方案。对历届所有机器人方案进行整理，并上传至 qq 群。
- 2.机器人规范。机器人设计过程中常用的结构、零件；机器人设计过程中常见错误；机器人零件加工工艺；零件加工工程图规范、机器人装配规范、
- 3.招新培训内容。对往届的招新培训内容进行整理，包括培训 PPT、word 文档、考核试题等。
- 4.往届机械组成员的信息。对往届机械组成员信息以及个人介绍，在队内完成的任务，以及相应的特长、故事介绍。

电控组：

- 1.上赛季所有机器人的代码以及硬件设计等所有资料全部存放于坚果云之中，总体而言是比

较多的，但这对于大二队员是很有帮助的。

2.现在所有大二队员已经有 **stm32** 的调试经验，并有一定的代码阅读能力。定期给他们布置一定的代码阅读任务，并定期进行验收，以确保每位大二对于掌握上赛季的代码，并不断的积累他们的调试经验。每位大二队员需仔细了解上赛季的所有硬件，对其原理达到熟练掌握的情况。给大二队员布置一定量的电路设计的任务，以检验其硬件学习成果。

3.在其他方面，每个大三对于对一个大二队员进行负责，对其进行技术指导，以将其上赛季的经验传授给大二队员，以便大二队员更快的提高。老队员定期对新队员进行答疑，帮助解决一些调试改过程中无法解决的问题。

视觉组：

视觉组的大部分内容都在代码中得到了体现，主要还是借助协作开发平台来进行知识的传承。

1.每赛季结束后将工程整理好，归档至同一工程如 **RM2019** 中，并上传到腾讯云开发者平台。开发及调试过程中遇到的问题及解决方案、原理大多会以注释的形式存在于源文件中，而工程的架构、各模块协作流程及实现方法以文字+UML 模型的形式附在工程文档中。

2.学习所用到的书籍（电子版）、教程及培训计划（包含培训内容和考核题目）均在网盘中存储，在 **QQ** 群中进行共享，换届不换群，有任何疑问可以直接问老队员。

3. 每一届都会有至少一名以上留任队员来对不具备参赛经验的队员进行指导，传授开发经验、备赛经验等。

4. 团队协作

4.1 资料共享平台

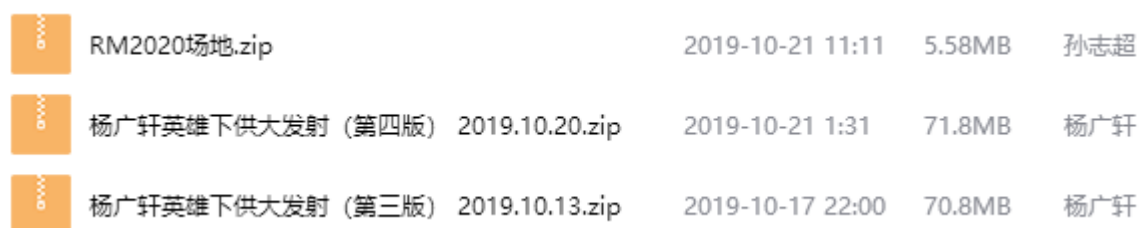
RoboMaster 是一个持续性的比赛，需要长时间的技术、制度等经验的积累和沉淀，因此我们认识到了知识传承 对于战队的可持续发展来说的重要性。目前战队尚未建立一个完全统一的知识共享平台，虽然战队目前也在讨论 私有云的必要性，但是目前主要还是使用 **QQ** 群文件、网盘等公有云平台作为战队内部的知识共享平台。目前已经使用路由器搭配移动硬盘搭建一个简易 **NAS**，但是因为性能一般、速度一般、易用性一般、数据安全性一般、 权限管理不完整等原因，没有做推广使用，但验证了 **NAS** 的可行性。后期如果经费允许的话，考虑购置一台专 业 **NAS** 作为全队公用知识共享平台，这样也不用受制于公有云盘的速度或者容量的限制，能够更快速并统一地 完成知识的共享和传承工作。

目前各组资料共享平台搭建情况如下：

机械组：

因为机器人机械图纸的特殊性，目前战队机械组仍主要使用 QQ 群作为组内技术交流分享的平台，并且经实际使用发现效果比使用网盘共享相对更方便。主要的交流共享内容如下：

- 1.个人平时所遇到的困难，如学习上遇到的难题，大家都会一起讨论，老队员会给新队员解答。
- 2.机器人方案，在机器人设计之初，所有成员都会在 QQ 群里参与讨论，由于新老校区的情况，重要会议会在 QQ 群里进行视频或电话会议；在机器人设计过程中，成员间会交流各自设计进度和设计方案的可行性；在机器人设计完成后，将方案共享 QQ 群，所有人同一时间进行图纸审查。
- 3.赛季结束时，技术组整理整赛季的所有机器人方案以及群文件并留档保存。



RM2020场地.zip	2019-10-21 11:11	5.58MB	孙志超
杨广轩英雄下供大发射 (第四版) 2019.10.20.zip	2019-10-21 1:31	71.8MB	杨广轩
杨广轩英雄下供大发射 (第三版) 2019.10.13.zip	2019-10-17 22:00	70.8MB	杨广轩

图 4 QQ 群文件（部分）

电控组：

战队电控组使用坚果云网盘作为信息共享的主要平台，文件夹结构如下图所示，主要包含往年项目、官方物资资料、参考文档、硬件电路、各机器人资料等。该网盘中的文件会在多人电脑上协同同步。

电路板、代码（删除目标文件并压缩）以及一些关键性的文档，例如硬件接口规范，机器人模块通信协议等，也在网盘实时共享。

本地磁盘 (C:) > 坚果云 > WMJEE > 04_机器人 > 04_哨兵 >				搜索"04_哨兵"
名称	修改日期	类型	大小	
底盘	2019/8/26 8:43	文件夹		
云台	2019/8/26 8:43	文件夹		
WMJ-RM2019哨兵机器人总线通讯协议V0...	2019/2/7 20:24	Microsoft Word 文档	41 KB	
WMJ-RM2019哨兵机器人总线通讯协议V1...	2019/5/2 15:17	Microsoft Word 文档	89 KB	
哨兵电路板和接线.docx	2018/11/2 23:36	Microsoft Word 文档	31 KB	
哨兵运行策略.docx	2019/4/17 20:07	Microsoft Word 文档	14 KB	

图 5 坚果云

视觉组：

战队视觉组采用基于 **Git** 的腾讯云开发者平台完成团队协作开发。使用队伍账号创建项目并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。每个机器人均建立了各自的代码库，当且仅当代码测试通过并获得视觉组组长许可后才可以进行分支合并到 **master** 分支的操作，**master** 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。

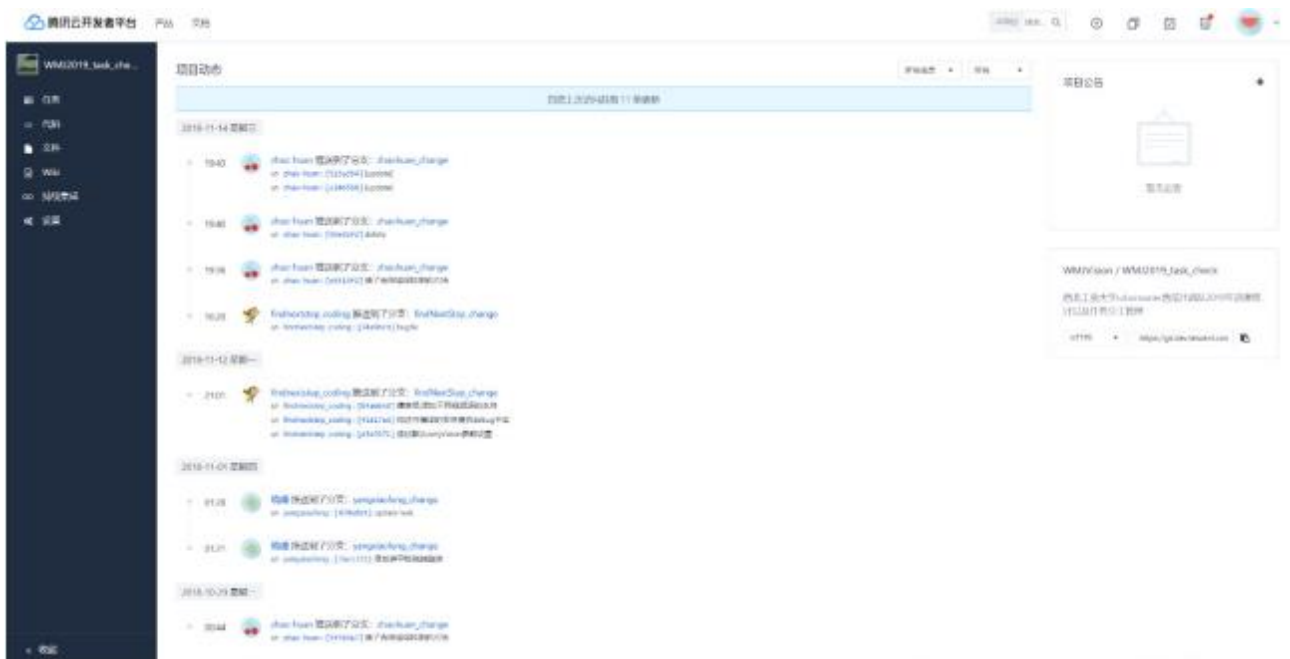


图 7 腾讯云开发者平台项目动态

运营组：

战队运营组采用 QQ 群作为小文件的共享平台，群文件按照官方文件、宣传文案、战队图片视频、战队资料、招商文案、招商文件包等进行分类上传，而对于比较大的素材文件则使用公共百度网盘作为资料的共享平台。选择百度网盘而不和其他组一样选择坚果云的的原因是百度云容量较大，可以上传很多宣传素材等大文件。但是因为 百度云的速度不够理想，并且校园网是按照流量下行计费，大部分场景下比较大的素材还是使用移动硬盘作为共享的载体，但也都会上传到网盘进行备份。

4.2 协作工具

1) 文件命名规范：

在备赛过程中，各个技术组内、组与组之间会产生大量的文件交流，为了便于管理和日后查阅，我们需要规定一些文件的命名规范。现战队的文件涵盖范围广，类型杂，数量繁多，比如机械图纸、三维模型、电路原理图、pcb 板、代码源文件、视频、音频、图片等等，很难只建立一套规范用于约束这些文件。所以这里只列出一些通用的规范，具体的各类文档规范资格由各负责人自行发布。

例如：常用文件命名规范：“项目类型-创建人-日期-版本号”

2) 文档撰写规范：

为了让知识能够更好的用于共享和传承，我们需要规定一些文档的撰写规范。现战队的文档

涵盖的范围很广，比如例会记录、评审会记录、任务完成记录、测试记录、赛季规划、机器人组进度规划、关键技术方案文档、嵌入式和视觉代码文档、宣传资料、招商资料等等，很难只建立一套规范用于约束这么多形式的知识文档。所以这里只列出一些通用的规范，具体的各类文档规范资格由各负责人自行发布。

1.所有文档命名要按照一定的规范，严格按照该类文档的第一次命名的格式进行命名，并将其归档到指定位置。

2.所有文档必须指定一名责任人，文档内应当明确指出责任人的姓名和联系方式，以便后续发现问题及时解决。尤其是代码和图纸这类技术类知识文档，必须遵守这一规则以更好的进行传承。

3.主体内容为文字的文档若能够使用 **Markdown** 完成建议使用 **Markdown** 撰写，实在不方便的也应当使用绝大多数人都能使用的软件工具比如 **Word** 完成文档的撰写。

4.撰写文档时应当将内容描述清楚，以达到撰写文档的目的而不是为了完成一个形式上的任务。未补充的内容也将在后续进行修订。

4.3 团队管理工具

在团队管理方面，战队沿用上赛季购入的一台钉钉打卡机来满足战队的日常考勤需求。根据上赛季的使用经验，战队目前采用灵活打卡制，即战队成员可以自由分配出勤时间，并使用钉钉打卡机的指纹考勤功能进行签到、签离，作为出勤凭证，这也是战队的规范化管理的一个重要的环节。

项管负责每周一中午导出上周的考勤情况，并对出勤时间不达标的成员进行标记，并公布到战队的群聊中供所有队员互相监督。同时，各组组长也需要仔细查看组员的考勤情况，结合任务完成情况，发现问题并及时与相关队员进行沟通，避免出现严重的进度拖延现象。

每周汇总 统计日期: 2019-11-04 至 2019-11-10										
报表生成时间: 2019-11-12 19:40										
姓名	部门	出勤天数	工作时长	考勤结果						
				4	5	6	7	8	六	日
杨广轩	机械组	6	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常
关宇豪	电控组	5	正常	正常	正常				正常	正常
张元	视觉组	7	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常
宁子谦	视觉组	4	正常	正常	正常					正常
汪世龙	视觉组	3	正常						正常	正常
马泽红	视觉组	3	正常				正常	正常		正常
刘佳豪	电控组	4	正常	正常			正常		正常	正常
郝毅仁	机械组	5	正常	正常			正常	正常		正常
徐建波	机械组	3	正常	正常				正常		正常
王生发	机械组	4	正常	正常	正常					正常
周放	视觉组	3	正常						正常	正常
孙鹏超	电控组	2							正常	正常
李伯昊	电控组	2						正常		正常
杨晓峰	视觉组	4	正常	正常					正常	正常
王子雯	视觉组	3	正常				正常	正常		正常
梁宇峰	视觉组	4	正常	正常	正常					正常
宫程彦	机械组	4	正常	正常					正常	正常
刘欣怡	运营组	2			正常					正常
游欢	视觉组	3	正常			正常	正常			正常
王晓哲	运营组	3	正常	正常						正常
余莉兰	运营组	3	正常				正常			正常
李伯萌	视觉组	3	正常			正常	正常			正常
孙志超	机械组	3	正常	正常						正常
王禹	视觉组	3	正常			正常	正常			正常
冯杰琳	电控组	4	正常	正常					正常	正常
冯熙川	电控组	3	正常	正常					正常	正常
陈星	电控组									
程钰云	电控组									
付鹏宇	电控组									
牟思宇	电控组									
秦敬杰	电控组									
田洁华	电控组									
谢志臻	电控组									
邢丽宾	电控组									
潘锦涛	机械组									
温家豪	机械组									
伍文昊	机械组									
陈亚青	视觉组									
倪嘉炜	视觉组	2		正常	正常					
夏歆	视觉组									
李彦锋	运营组									

图 8 每周考勤汇总（部分）

4.4 培训计划

4.4.1 现有队员水平

机械组:

大部分成员拥有相关竞赛经历, 拥有很好的机械设计基础知识, 所有成员都有金工实习经历。组员能够使用各种 加工设备, 如车床、铣床、3D 打印机、激光切割机、精雕机等; 掌握课程有: 理论力学、材料力学、工程制图、 机械原理、机械设计、公差测量技术、机械加工工艺等; 能够使用的软件有: SolidWorks、UG、PRO/E、Catia、Ansys、Adams、Abaqus 等。

电控组:

现有的大三、大四队员都有机器人、智能车、电子设计等竞赛的参赛经验, 具备参加比赛所应该具备的电路设计、嵌入式开发应有的技能。现大二队员已经基本掌握 STM32 单片机开发调试、使用 Altium Designer 设计电路板以及电路板的调试、维修, 所有大二队员已初步掌

握上赛季步兵代码，以及硬件电路，初步能够胜任备赛期间各个机器人的调试任务。目前也在初步学习一些关于电类、自动控制之类的课程。

视觉组：

现有大三和大四队员均具有机器人等竞赛的参赛经验，具备丰富机器人控制、视觉、导航等上层开发应用的经验。主力队员为大二队员，经历了从暑假到现在的培训已经足以胜任开发任务。必备技能如 Linux 操作，文档撰写等均达到要求。各方向的同学也具备相关的基础知识如下：

- 1.负责图像识别部分的队员熟悉 OpenCV3 的常用 API，能够熟练使用库函数进行图形图像处理，同时也正在学习应用深度学习进行目标检测的相关知识。
- 2.负责控制的同学能够熟练运用 OpenCV 的 KalmanFilter 进行数据处理，使用线性代数知识来解算武器位姿，同时能够使用闭环控制算法进行云台控制。
- 3.负责目标建模及预测的同学具有良好的数学功底，能够使用数学方法合理建模，同时掌握一定的机器学习、专家系统知识。
- 4.负责通信和状态机的同学熟悉 socket 编程、boost::asio 编程、异步处理等通信方面技能以及线程调度、FSM、看门狗等状态机编写方面的知识。

运营组：

运营组宣传方向现役队员一名为本校二年级、两名为本校三年级本科生以及一名本科四年级同学。每位同学都各司其职同时互相帮助，均能够熟练使用 PS、PR 软件，加入战队前在学生会或者社团等均有丰富的学生工作经验，有丰富的活动策划和筹备经验。其中一名能够使用 AE、PR 完成视频的复杂的视频剪辑工作；一名能够熟练完成采集战队日常素材并转化为宣传文案的工作，一名能够完成绘画、卡通形象设计、周边设计的工作。

运营组招商方向现役队员为两名本校三年级本科生。均能够熟练与校方和企业进行沟通和对接，其中一名擅长招商材料如招商手册、招商文案的工作，一名此前有丰富的独立完成合作赞助工作的经验。

4.4.2 期望队员水平

机械组：

根据比赛的发展，纯粹的机器人三维模型绘制难以满足比赛的要求，需要发展仿真分析、理论计算等方向。我们的队员还需加强在设计过程中对设计方案的理论分析、对零件的强度分

析、对结构的运动仿真等。

电控组：

所有队员都具有电路设计、调试、维修。嵌入式代码的开发、调试，掌握各类通信协议，可以与视觉进行联调，并具备一些解决基本问题的经验。所有大二的队员掌握上赛季所有机器人的代码以及硬件电路，并拥有独立进行嵌入式代码调试的能力。所有队员应具有创新的思维，以便与技术的更迭、优化。

视觉组：

我们希望所有的队员能够深入学习自动控制、机器视觉以及机器学习等知识，培养良好的团队协作能力，能够运用所学知识合作完成机器人的全自动瞄准射击和能量机关的自动击打等功能；其中所应具备的通用基础能力如下：

- 1.熟练使用 Linux 系统开发软件，了解视觉组所需要用到的所有基础技术，清楚所有代码的运行逻辑和调试方法，每个人都具备独立完成所有机器人视觉模块调试任务的能力。
- 2.熟练使用 Git 平台进行合作开发，具有清晰的版本控制意识，能够严格按照规范来进行迭代。
- 3.了解一定的电控、机械知识，能够结合自身需求，与其余技术组成员共同完成方案的优化。
- 4.优秀的编码能力，能够快速将想法使用代码实现出来进行测试。

除了上述基础能力之外，各方向的同学都应充分掌握所需的知识，具备扎实的专业基础，能够进行该方向技术的研发及深入优化；应当具备活跃的思维，想人所不敢想，做人所不敢做，人无我有，人有我精。。

运营组：

战队宣传方向的队员需要将战队的形象充分表现在公众视野，策划战队的各种活动，并且与其他学校的战队建立友好的交流关系。所以我们期望队员在备赛期努力锻炼自己的宣传能力，期望在备赛期中后期具备的能力如下：

- 1.善于观察和收集战队的素材
- 2.熟练使用 PS/LR 等软件完成照片修图、海报制作、周边设计等工作
- 3.熟练使用 AE/PR 等软件完成视频剪辑的工作
- 4.熟练运营各大新媒体平台，提升账号活跃度和粉丝粘性
- 5.熟练使用相机或手机完成精美的照片或视频的拍摄工作。

6.撰写或者诙谐幽默、或者干货满满的文案，并对其进行良好排版。

7.熟悉活动的策划和筹备工作，熟悉战队招新工作，尽可能扩大活动的影响力。

战队招商方向的队员需要完成战队与校方和企业的沟通和对接工作，争取为战队寻找到资金、物资等支持。所以我们期望招商方向的队员能够具备的能力如下：

- 1.有敏锐的商业嗅觉，能够发掘潜在的企业赞助资源
- 2.坚持战队的利益至上，同时能够针对企业提供的资源提供对应的权益
- 3.善于和企业对接人员进行谈判，有丰富的谈判经验
- 4.与官方对接赞助商工作，保证赞助商的权益

4.4.3 培训计划

机械组：

暑假举办暑期夏令营，为期半个月，由老队员对营员进行讲课培训以及实践训练和最终考核。培训内容有：**SolidWorks** 基础培训、**RoboMaster** 机器人介绍、机器人设计基础等；实践训练：培训 3D 打印机、激光切割机等设备的使用；最终考核：考核 **SolidWorks**、机器人方案设计。

电控组：

由于本赛季部分大部分电控组成员都是上赛季的参赛队员，拥有丰富的调试经验以及技术基础。所以在分各机器人组的基础上，进行一对一的技术指导，即每个大三对于对一个大二队员进行负责，对其进行技术指导，以布置任务，完成任务的形式，给予技术、经验上的帮助，帮助大二队员更快的提高技术水平，增加调试经验，便于完成备赛期间的各机器人的调试任务。最终希望在 12 月底前，所有大二队员的水平达到上赛季大三队员的水平，可以独立进行调试任务，进行各机器人的优化、改进。

视觉组：

对于已经入队并作为主力队员的大二队员，采取轮流分组和电控联调的方式来促进各队员对代码整体的把握，同时也能够督促视觉组成员去了解一些电控知识。对于通过考核进入队伍的新成员，通常来说已经具备了一些基本知识如下：

1. **Linux** 基本操作：包括基本的命令行操作、**CMake** 工具的使用、环境配置等 **Linux** 环境下进行开发的基本操作。
2. **OpenCV** 入门：通道转换、颜色过滤、轮廓查找等操作。

- 3.基本串口通信：能够使用 `boost::asio` 库来进行串口通信。
- 4.基本的多线程应用：使用 `std::thread` 进行基本的线程创建、执行以及使用 `std::mutex` 进行互斥操作。新入队的队员还需要进行以下培训：
- 5.代码规范化培训：阅读代码规范并规范化自己的代码。
- 6.阅读开源代码：阅读优秀的开源代码并为其撰写文档。
- 7.协作完成步兵自动瞄准：新队员分工合作，自行设计开发一套自动瞄准系统并在步兵上进行实测。

运营组：

运营组的培训人由运营组组长担任，以组长向每位队员针对性制定学习计划和任务的形式，来锻炼队员的宣传或招商能力。宣传方向的队员主要是通过多收集战队素材，多组织活动，多修图剪视频，多撰写文案等方式，通过实战来练习，同时也应当关注其他学校的宣传工作，从中吸取经验。而招商方向的队员主要通过前期撰写完善招商手册，多发掘潜在赞助商资源，多联系赞助商人员等方式联系，同时也应当关注其它学校的战队的招商工作，有问题多向组委会沟通解决。

5. 审核制度

5.1 机器人的生命周期

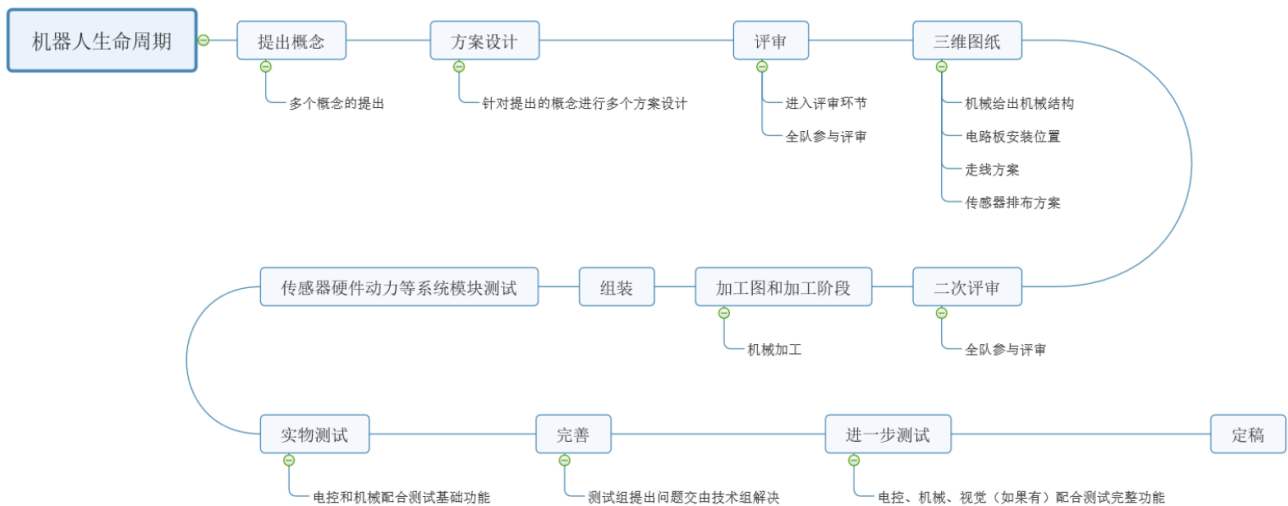


图 9 机器人生命周期

5.2 各阶段分工

阶段	描述	分工
提出概念	针对当前最新版的规则手册，考虑该兵种机器人的定位和属性，提出多种设计概念。	全队所有队员均需要参与到这一环节，例如在规则研讨会上进行头脑风暴。主要由机械组的队员对提出的方案进行审核。
方案设计	针对多种可能的设计概念，进行粗略的方案设计论证，并分析优劣。	主要由该机器人组的机械和电控组员配合讨论完成。
评审	针对多种方案进行技术评审，选择出最终的最优方案。	由项管牵头各机器人组组长对方案进行技术评审，针对不同方案的优缺点，采用少数服从多数的办法选定最终设计方案方向。
三维图纸	根据选定的技术方案，完成机器人的完整三维图纸的设计。	主要由该机器人组的机械组员完成，电控、视觉组员也需要进行协助。
二次评审	在技术评审会上进行方案答辩，接受全队的质询。	全队所有成员均需要参与到这个环节，由项管牵头进行机器人机械方案评审。评审后由机械组员完成修改并定稿图纸。
加工图和加工阶段	将最终版图纸导出到工厂需要的方式，配合机器人组长和队长完成下订单、付款和报销等工作。	由机械组员完成工厂的联系和报价工作，由机器人组长进行审核，队长完成付款和报销等工作。
组装	等待零件等物资悉数到齐，进行机器人组装。	主要由该机器人组机械组员完成。
电控模块测试	完成对应机器人上的电路板、传感器、动力系统以及嵌入式代码等电控模块的模块化测试。	主要由该机器人组电控组员完成。
视觉模块测试	如果该机器人需要视觉应用，视觉组员应当在上机器人测试前，提前	主要由该机器人组视觉组员完成。

	进行代码的编写和前期测试。	
实物测试	将机器人交付测试组，完成机器人的主要功能测试，并将测试结果和遇到的问题记录归档。	主要由测试组在该机器人组的电控和视觉组员的配合下完成。
修改和完善	针对测试中发现的问题，进行针对性修改和完善，以解决该问题。	主要由发现的问题的所属组别对应的组员完成。
进一步测试和验收	完成机器人的完整的功能测试以及多机器人协同测试，尤其针对此前遇到的问题进行重点测试。将测试记录进行归档，若尚有问题则继续完善。	由项管的牵头的测试组，在该机器人组所有组员的配合下进行机器人的完整测试和验收工作。
机器人定稿	若机器人达到验收标准，则对机器人进行定稿，完成所有技术资料如文档、代码、图纸等的归档工作。	主要由该机器人组所有组员完成。

5.3 评审体系

5.3.1 机器人总体方案评审体系

机器人的整体方案审查属于战队在备赛阶段的重点，若一个机器人的整体方案未经过详细论证、技术分析、指标预期答辩等环节，则该机器人很大可能是一个完成度低、技术指标差、且会耗费大量的人力物力，故战队十分重视机器人的整体方案审查，原则为“数据，指标作为依据，对机器人方案进行多次多方面的评估，且最大可能避免此方案只由一个人负责提出负责开发的现象”。

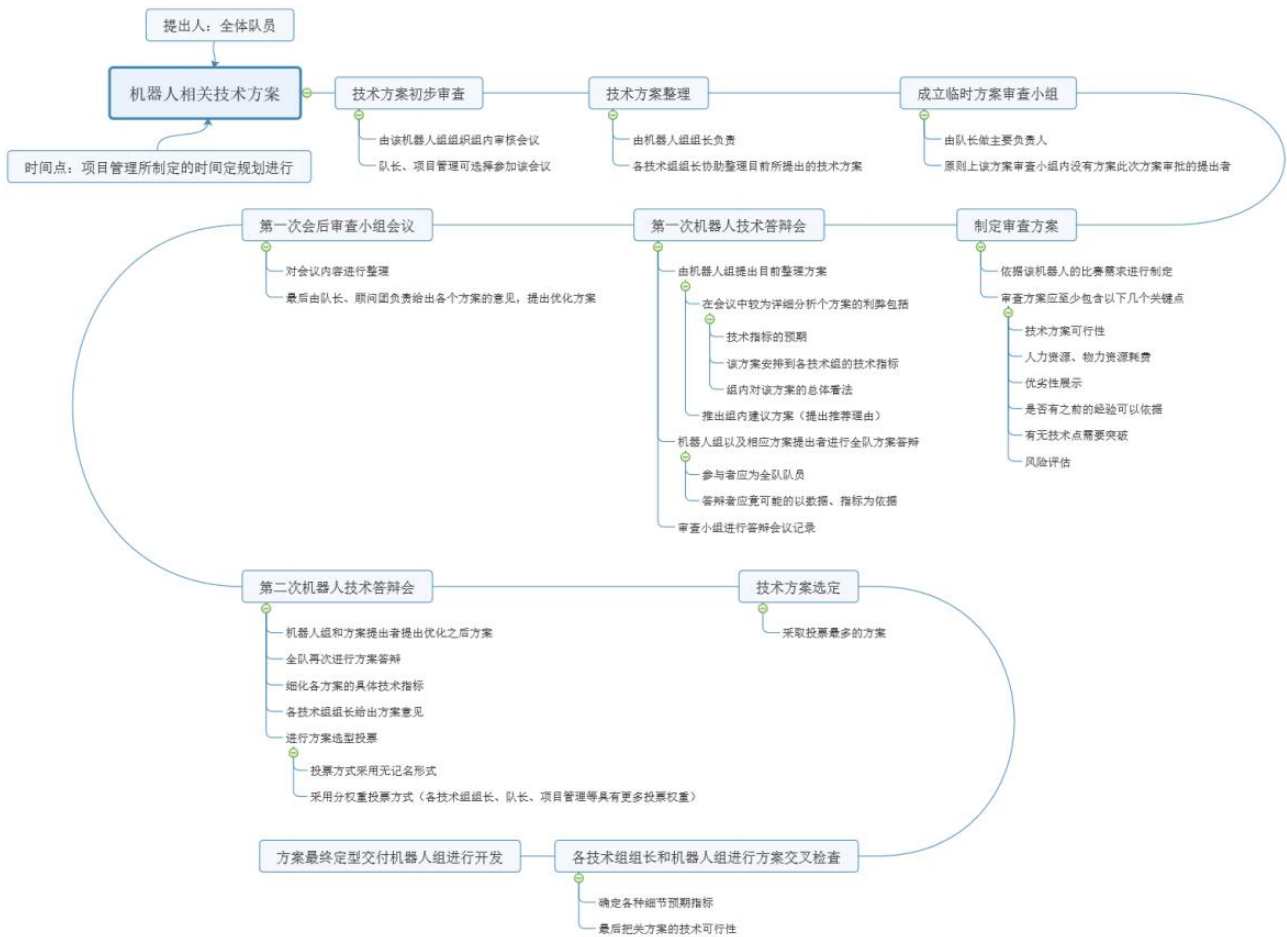


图 10 机器人总体方案评审流程图

战队的机器人整体方案审查体系分为：机器人相关技术方案提出、技术方案初步审查、技术方案整理、成立临时方案审查小组、制定审查方案、第一次机器人技术答辩会，第一次会后审查小组会议、第二次机器人技术答辩会、技术方案选定、各技术组组长和机器人组进行方案交叉检查、方案最终定型并交付机器人组进行开发这是一个阶段。每个阶段的侧重点不同，所产出的成果也不同，尽量避免不必要的、重复的审核流程，从而达到在保证审查体系尽可能完善、有效的情况下加快审核进度。

战队的机器人整体方案审查的时间点以及审查流程的进度时间规定取决于制定的项目预期规划时间点以及目前项目进度，可根据实际情况判断是否要增加或减少相关机器人技术方案审查的流程。（但必须保证审查体系尽可能完善且有效）。

5.3.2 创新技术方案评审体系

技术方案评审体系与机器人总体方案评审体系最大的不同点在于所依据的关键点不同。机器人总体方案评审应该严格按照项目规划时间点进行，属于比赛基础项目部分，此项不管从评审、执行、测试等环节都属于整个战队备赛时的重中之重。技术方案评审体系应该按照目前

所有的资源进行，属于在保证机器人稳定性的情况下尽可能的提高机器人的各项性能方式，此项的评审应严格遵循“不可完全依赖，极力追求卓越”的原则。

在整个赛季的规划中应首先留足机器人总体方案所需的资源资金，但是绝对不可忽略创新技术方案的资金预备，并且创新技术方案的研发一定要注意研发的传承性，此赛季未能完成的创新技术研发一定注意传承交接到下一届队员中。

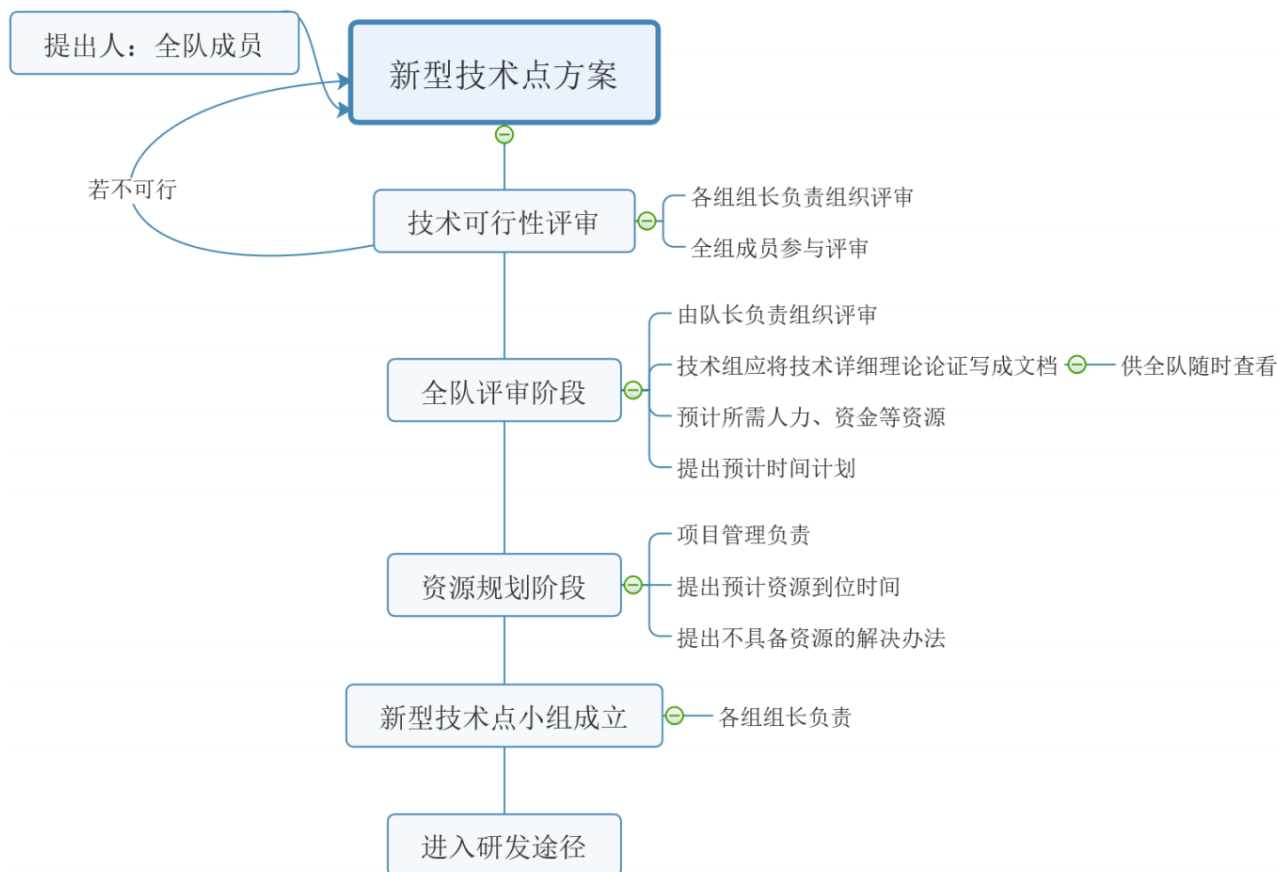


图 11 创新技术方案评审体系

新型技术点方案一般都具有比较高的技术难度，即需要比较完善的专业知识体系，故技术可行性应在技术组内进行评审并且在该评审环节需要组内多技术骨干一起进行评审。在全队评审阶段要注意，由于需要比较专业的专业知识体系故在此评审阶段应尽可能使用通俗易懂的语言进行答辩（但应该将详细的技术理论论证整理出文档供全队随时查看），并详细提出预计所需人力、资金、时间等资源耗费。

在资源规划、以及之后的研发途径阶段一定注意的点是研发阶段划分，一个新型技术点的实现也许需要大量的研发资源，这些研发资源在本届可能无法全部具备，故在研发阶段应进行多届战队规划。

5.4 进度追踪

1) Leangoo 敏捷开发工具

根据现代项目管理的经验和需求，我们引入了基于看板的敏捷开发工具 **Leangoo** 进行战队各组和各机器人的任务分工和进度追踪管理。它核心是看板，通过看板共享和实时同步团队工作以实现高效协同，团队工作体现为卡片，内容可以是需求、任务、问题等。最关键的是，它的免费功能已经可以满足战队的的使用需求。

Leangoo 可以实现完全透明、可视化的协作。其核心是一块板，我们称之为看板，可以认为它是放在战队旁边的一块大白板，战队可以把包含多个任务卡片的任务列表放到看板上，通过看板的实时共享和同步来实现协作。在看板中，每个任务列表通常代表不同的任务状态，可以轻松创建任务卡和任务列表，也可以非常方便的拖拽任务卡和任务列表到不同的位置，当然 **Leangoo** 会实时同步看板的变化，让团队的协作变得更简单。

战队的看板依据技术组/非技术组和机器人组进行划分，每个看版的卡片仅与该组的任务相关。



图 12 战队看板分组结构

以战队电控组的看版为例，该看板由电控组组长管理，所有的电控组成员均对其有编辑权限。按照电控组不同机器人组的划分，看版也分为不同的泳道，其中最上方的一条泳道是每一个电控组成员均应完成的任务。目前战队仅完成了部分机器人的初版和第二版的制作，所以电控组目前的实际调试任务不多，多为学习任务。通过看板我们能够直观看到每一条任务的执行人、完成时间、进行情况等，便于各组负责人监督任务的完成情况和进行任务的适应性调整。

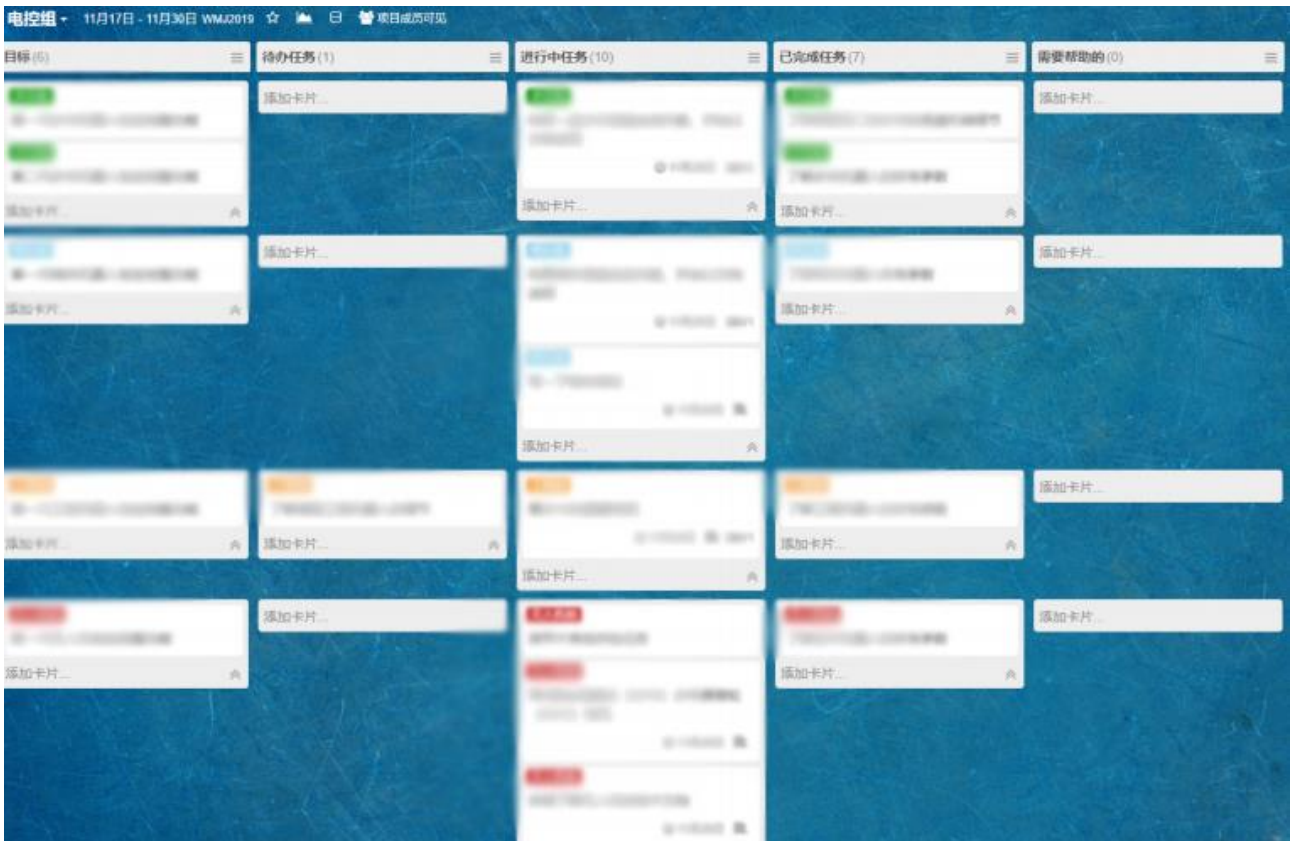


图 13 电控组看板

通过星标看板能够直观统一的查看多个组的进度进展情况，方便各负责人进行进度追踪的工作。



图 14 星标板

目前我们还只是在试用这个平台，也没有完全发挥出这个平台的作用，但是目前得到的反馈已经能够确定以后会充分利用这个平台进行战队的进度管理工作。

2) 钉钉周报

战队沿用上赛季的钉钉打卡机进行每周的考勤和工作汇报。根据上赛季的使用经验，我们认为这能够满足战队的进度管理需求。钉钉的周报提交和导出功能为战队提供了一个有力的针对每个人的进度管理渠道，而每个人每周只需要在固定的周报模板中进行简短的填写，既满

足了对每个人的进度追踪需求，也不会占用太多时间。战队管理制度要求战队所有成员必须每周需要达到一定的考勤时间，并且提交每周周报，这也是战队的规范化管理的一个重要的环节。

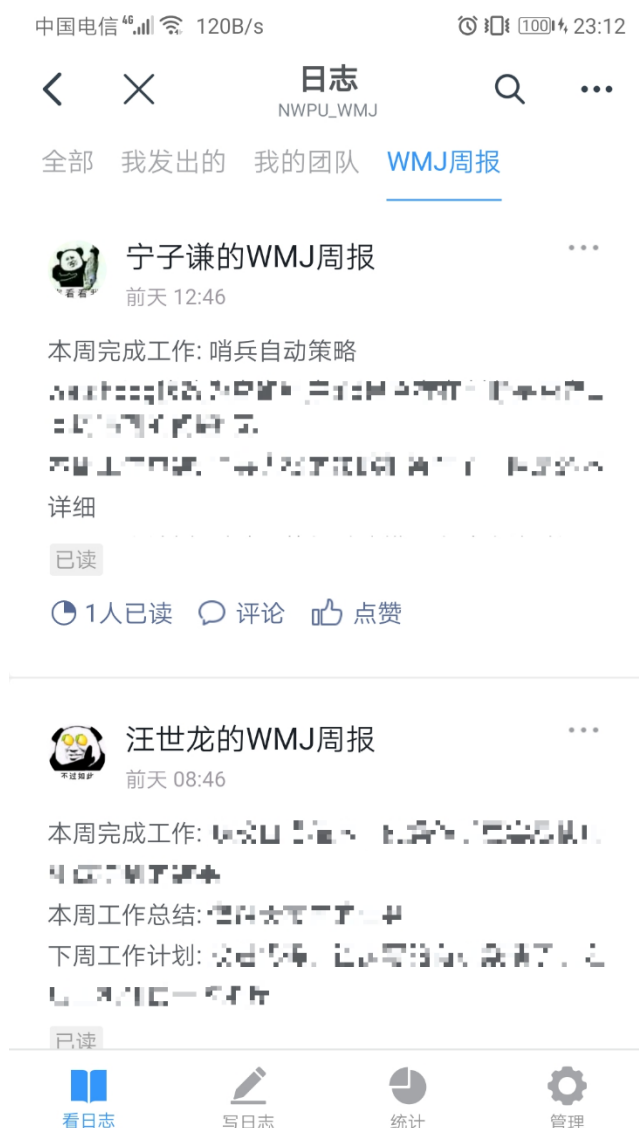


图 15 钉钉每周周报

3) 每周例会

根据上赛季的经验，每周举行例会是最直接有效的完成进度监督、进度管理、计划制定的方法，也是重要的问责渠道。而且每周固定时间地点举行例会也便于召集战队成员，便于让战队的大部分成员参与到方案审核、技术评审等活动中，提高参与度、透明度。

目前战队固定于每周周日下午举行例会，由项管主持，一般包括进度汇报、方案验收、计划制定等内容，会后项管负责将例会主要内容汇总至群文件中，方便日后查阅。






文件	更新时间	大小	上传
 2019年11月3日会议记录.zip	2019-11-03 16:51	5.02MB	汉
 2019年10月27日会议记录.docx	2019-10-27 23:33	22.2KB	汉
 10月20日会议记录.docx	2019-10-20 17:57	19.9KB	汉
 10月13日会议记录.docx	2019-10-20 17:57	16.9KB	汉
 10月1日会议记录.docx	2019-10-08 0:02	13.9KB	汉

图 16 会议记录汇总（部分）

5.5 测试体系

1) 测试记录归档

对于每一个机器人的每一个测试项目需要建立归档文件夹，保存相应的测试文件内容。测试文件应当至少包括测试的文本和图片记录文档，如有必要也需要附上视频。

2) 测试内容

这里仅以步兵机器人的测试为例，步兵机器人的测试内容应当包括基础测试、速度测试、性能测试、联调测试、视觉测试、稳定性测试、极端条件测试、实际对抗测试等几个环节。其他机器人也应当列出类似下表的表格用于概览某一兵种的机器人的所有测试项目。

测试类别	测试内容
基础测试	底盘运动、云台运动、陀螺仪等传感器数据读取、遥控器 DBUS、摩擦轮转动、拨弹、超级电容单独放电测试、
速度测试	底盘运动速度（加超级电容和不加超级电容、不同材质地面）、云台电机角度和速度等
性能测试	上坡性能、飞坡性能、扭腰性能、走直线性能、云台是否足够精确等
视觉测试	通信测试、云台控制测试、装甲识别测试、能量机关识别测试、辅助瞄准测试、能量机关击测试、状态机测试等
联调测试	将上述测试在不更改代码或结构的情况下重新走一遍，保证机器人各模块各功能联合起来的可行性

稳定性测试	将上述测试在不中断的情况下测试多次，验证机器人的结构强度和各项功能的稳定性，同时也需要测试机器人的抗击打能力
极端条件测试	针对不同的测试项目设计相应的极端条件，如较大角度的斜坡、光线条件非常复杂的视觉场地等，测试机器人的适应能力
实际对抗测试	与另一台步兵机器人开展模拟对抗，还可以将机器人带到临近学校，打几场友谊赛互相切磋，测试整体机器人的各项性能。

3) 故障分析与解决方案

测试的目的就是为了发现问题并解决它，所以将测试中遇到的任何故障以及其解决办法详细记录下来，有利于备赛期进度的推进和比赛现场的机器人检查工作，同时也能够作为战队知识互相共享并传承下去。

我们使用故障分析的常用方法 **FMECA**（故障模式影响分析和危害性分析）对备赛过程中不仅限于测试过程中发现的问题进行完整归档记录，并可以通过分析故障记录得到可能存在但还没发现的问题并提前解决。故障模式影响分析（**FMEA**）就是在产品设计过程中，通过对产品各组成单元潜在的各种故障模式及其对产品功能的影响进行分析，并把每一个潜在故障模式按它的严酷度程度予以分类，提出可以采取的预防改进措施，以提高产品可靠性的一种设计方法。危害性分析（**CA**）是在 **FMEA** 的基础上再增加一层任务，即判断这种故障模式影响的致命程度有多大，使分析量化，因此，**FMECA** 可以看成是 **FMEA** 的一种扩展与深化。

但因为其常在工业界应用，对于一个主体为在校学生的机器人战队想要完全遵守其所有的规范进行故障分析难度较高，所以我们仅针对其中的核心思想：故障模式、故障影响、严酷度、危害性等几个方面记录测试中遇到的故障，按照故障分析模式的表格完成记录，继而进行后续的分析。

首先在测试之前应当将每一个功能拆封成一个或多个不可继续拆分的可测试单元，并明确对应的故障判据后，针对这些单元完成测试并记录，最后再针对这个功能进行测试。如果发生故障，则应当对故障的严酷度等级进行划分，最后进行故障的危害性分析，并在所有的测试结束后由测试组交还技术组针对故障分析结果提出故障解决方案，经过评审后完成故障的解决。

这里以步兵机器人的上坡功能为例，根据我们目前对该功能的定义，其测试框图如下：

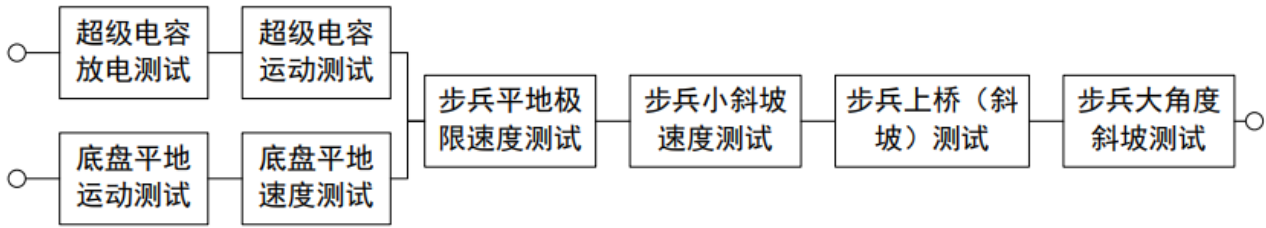


图 17 步兵上坡测试框图

步兵上坡测试严酷度类别定义：

类别	严酷度	定义
I	灾难的	引起步兵丧失移动功能
II	致命的	步兵上坡性能不符合正常情况，导致无法上桥
III	中度的	步兵上坡性能因为超级电容或者其他原因导致性能一定程度下降，但可以上桥
IV	轻度的	零部件损伤、松动，或电路、嵌入式代码的 bug 等问题，对上坡功能无影响，但会导致非计划性维修

以步兵机器人底盘的减震系统为例，其在步兵上坡测试过程的 FMECA（简化的）表如下表所示：

序号	代码	产品或功能标志	功能	故障模式	故障原因	发生阶段	故障模式影响		严酷度类别	设计改进措施	是否完成改进	备注
							局部影响	最终影响				
1.1	1.1a	步兵减震系统	用于步兵机器人底盘减震，增强底盘通过性	裂纹	疲劳强度不够、振动	平地	强度下降	对上坡功能无影响	IV	提高抗疲劳强度		
	1.1b			裂纹	疲劳强度不够、振动	上坡	强度下降	对上坡功能无影响	IV	提高抗疲劳强度		
	1.1c			减震效果降低	载荷冲击、振动	平地	刚度下降	底盘减震效果降低，但不影响上坡	III	进行强度计算，评估减震性能下降原因		
	1.1d			损坏	载荷冲击、振动	上坡	刚度下降	减震系统无法起到减震效果，影响正常上坡	II	进行强度计算，优化减震结构，更换更好的减震器		

经过技术组对故障分析表的讨论得出解决方案并着手解决后，再次交给测试组进行测试。只有当所有的故障均被评估为解决了之后，才认为这一个测试项目完成了测试。如果后续发现之前测试组验收通过的项目仍然出现了问题，应当重启这个功能的所有测试，重新测试一遍。临近比赛时应当专人对这些测试记录进行总结，列出机器人的整体故障表，在候场区应当依照该表对机器人进行上场前的检查。

我们知道这样的测试流程是很耗费时间和人力的过程，但是我们深知上赛季不光是我们战队，很多战队都因为机器人的稳定性而输掉了比赛，这并不是战队的技术实力不行，而是测试工作没有做到位。所以我们学习了 **FMECA** 这样一个故障分析方法，并将其进行简化应用到我们的机器人测试体系中，所以它其实已经并不符合标准的 **FMECA** 的规范，但目前经过实测对于我们的机器人测试工作是比较有效的。今后也会在这个方面继续探索，摸索出一条适合我们的成熟的测试体系，这不仅是为本赛季的备赛工作的重要一环，也是为了下一赛季的更好的表现奠定了基础。

6. 资源管理

6.1 可用资源

6.1.1 战队资金来源

战队由学校多部门联合支持，资金来源主要为教务处、研工部、和工程实践训练中心，其他来源均为不稳定或次要资金来源。

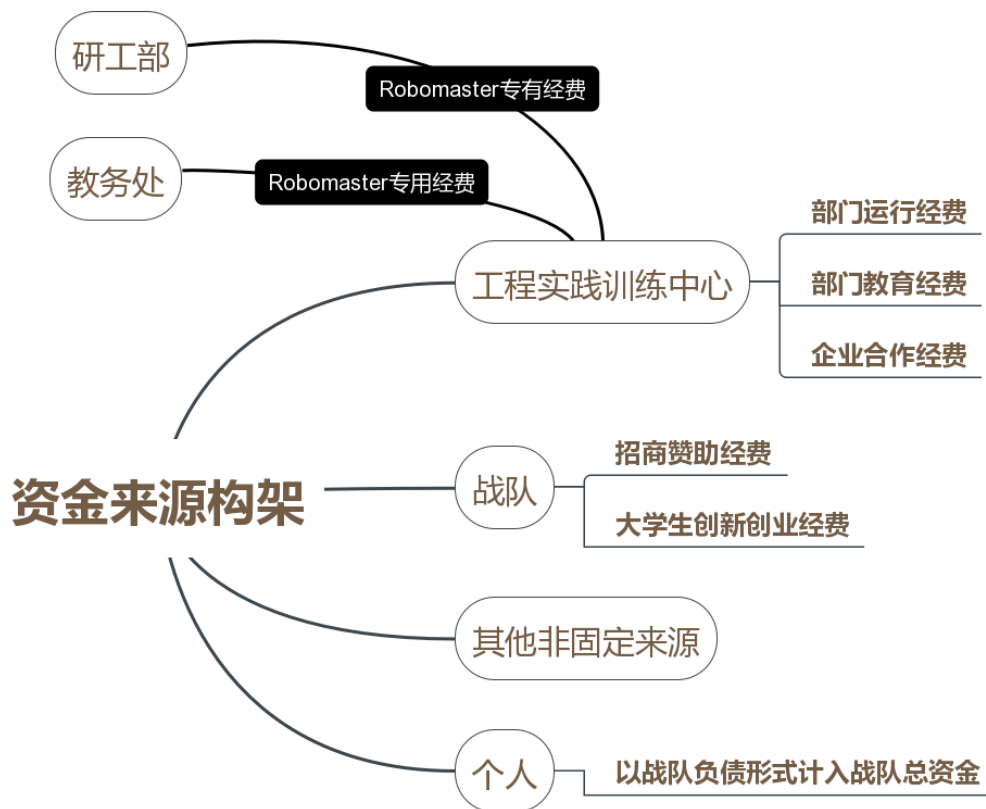


图 18 战队资金来源与构成

1) 工程实践训练中心专项经费

此部分经费来自教务处与研工部下拨工训专项 RM 经费，其余部分来自工训中心自主支持。

优势：可提供比赛所需大部分预算，如果能够使用公对公形式进行付款会比较方便。

劣势：需要经过较为复杂的审批、报销流程（提交申请预算报表->指导老师审批->购买->发票报销机制），物品单价大于 1000 元就需要通过国资处的审核认定为国有资产，并且总价大于 200 的订单需要老师用公务卡进行支付。

资金规划：用于提前可进行够买的大部分机械材料、官方物资等。此项经费用于战队大部分规划预算支出。

2) 战队内部经费（含赞助商赞助）

优势：此项资金可由队内自主支配，自由度较高，只需要走队内的经费使用流程

劣势：此项资金有限并且无法确定其数额，因为会随着招商工作或战队申报各种项目的进行而发生变化

资金规划：此项经费一般用于需要紧急采购的项目、一些无法从学校报销的费用，作为储备

经费。如赞助商赞助额度比较理想，也可以用于日常研发开支。

3) 个人资金（战队负债形式）

优势：此项经费由战队成员以个人名义支援战队经费，一般可在整个赛季的任意时间段进行使用

劣势：额度小、且额度具有随机性

资金规划：此项经费不是非常紧急时不建议使用。若确实发生了借款，应当待经费报销下来后，尽快给借款人还款。

6.1.2 战队资金管理

1) 管理方式

a.战队的财务组由战队队长领导、各技术组组长和项管参与，良好的资金管理是战队依照赛季规划正常进行备赛的必备条件之一。战队所有的支出必须经有财务组任何一员审核并在战队账目文件内完成记账后后才可以付款，如出现账目对不上或发票报销等问题，则经办人负全责。

b.战队资金根据来源不同分为战队自有资金管理、战队外部资金管理。资金管理应涉及到的关键点有以下几点：资金用途名称、账目记录日期、经办人、组别、记账人、金额、余额、账目类型、备注、战队负债表、战队发票管理。此文档在坚果云中进行实时更新共享，战队内组成的财务小组具有对此文档的管理权。

战队账目条目	备注
资金用途名称	是指资金支出、资金入账的简介（例如：购买物资名称简介、资金入账来源）
账目记录日期	用于记录账目记录日期，用于整个赛季中的资源管理总结（在什么时间段会进行大规模花销等）用于对战队以后更好的发展做数据依据。
经办人	指此项资金的使用者或负责人。
组别	目前分为机械组、电控组、视觉组、运营组、其它。可在筛选中详细了解到每个组在整个赛季所使用资金的总和、明细等，为以后传承分析资金管理方式做数据依据。
金额&余额	金额在支出时应为负值、在入账时应为正值，战队资金余额与金额成函数关系便于详细了解目前余额，以及整个赛季的资源分配。
账目类型	分为现金流转（借还款、自由资金），开销（比赛开销、其他开销），报销（各种报销途径）。
战队负债表	用于记录战队负债明细。
战队发票管理	用于记录战队用于进入报销流程的发票状况：分为战队自有资金支出-已报销未到账、已到账、未收到卖家发票、收到发票等待报销状态和公务卡支出-已报销、收到发票未报销、未收到卖家发票等状态。

2) 战队物资购买流程

队内的购买流程按资金来源分为两种方式

1.队内自由经费购买

此项资金审批流程快，主要用于战队的紧急支出，战队小额支出。此项资金若可开发票进行报销，可在购买后进入报销流程。

2.学校经费购买

此项资金需要详细、规范的审批流程，用于战队的可预计支出、大额支出。此项资金需要进行上述规范化审批、报销流程。

队内购买流程图如下：

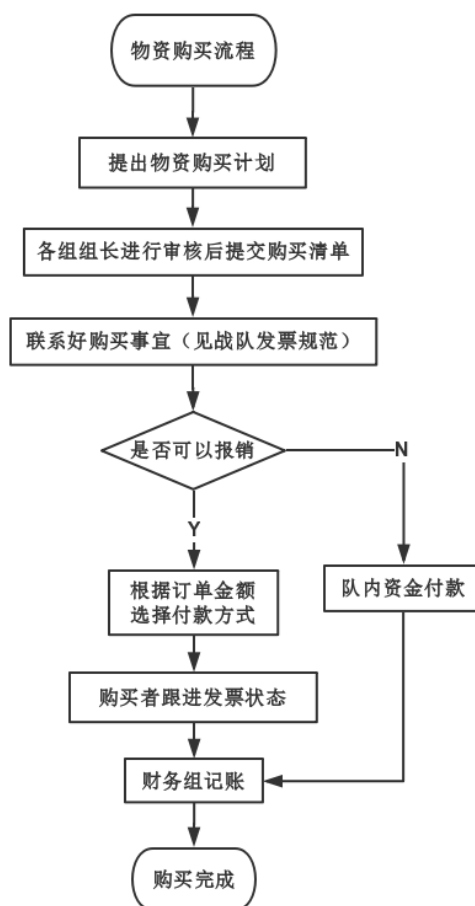


图 19 战队物资购买流程

3) 战队发票报销流程

战队报销流程如下图所示，发票的收取由全队队员负责收取后交由财务组人员进行发票信息检查，检查无误并贴好发票所需的凭证、清单等后交由队长审核签字，由队长交由指导老师签字后交付学校财务处报销。

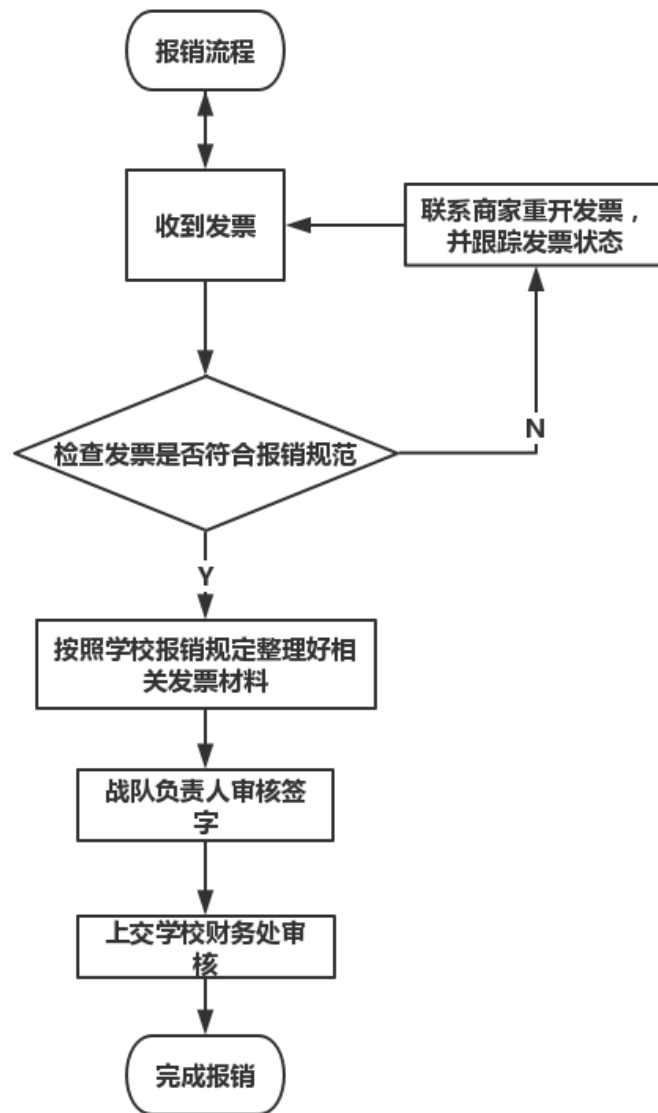


图 20 战队发票报销流程

6.1.3 自有加工工具

战队拥有四台桌面级 3D 打印机，其中一台为极光尔沃 A8s 打印机，具有很高的打印精度且能打印较大的打印件，主要用于关键部件的制作。一台为极光尔沃 Z-603S，具有较高的打印精度并且能够打印较大的打印件，例如步兵机器人、哨兵机器人的弹仓。两台为 ANYCUBIC i3 MEGA 3D 打印机，该打印机打印精度能够满足需求，且体积小，便于携带，能够带到赛场，完成紧急打印件的制作。拥有较为齐全的装配工具，电动螺丝刀、电钻、角磨机、拉花锯等，所有机器人均为队员自行设计和装配。

6.1.4 外部加工工具

战队本赛季得到了西北工业大学工程实践训练中心冷加工部的大力支持，能够在老师的指导下使用车床、铣床、台钻、激光切割机、精雕机、多台 3D 打印机、光固化打印机等，可以自行加工轴类零件、铝铣件、玻璃纤维板、3D 打印件等；拥有多家常顾淘宝店家，与店家完成过大量订单。机械上包括螺丝螺母店家——佰瑞特、五金加工店家——晋辉五金官方网店、摩擦轮加工店家——深圳聚氨酯包胶、碳纤维板加工店——快捷精等等。电控元件常用的淘宝店家由：莫斯电子（信号端子，GH1.25 等）、阳光模型（电源接口 XT30/60/90 和硅胶线）、优信电子（电子元器件）等。

6.1.5 官方物资资源

由于组委会的物资资源具有比赛专用（如裁判系统）、适用比赛（指电机、电调在功能、性能等方面都很适合完成此项比赛）、折扣券机制等特点。也属于战队的重点物资，故单独与各个技术组进行分立管理，总体上由队长负责。我们对此项物资进行分类、同类物资使用相同大写英文字母作为首字母，后跟两位数字给物资贴标签编号，统一管理，标签如下。

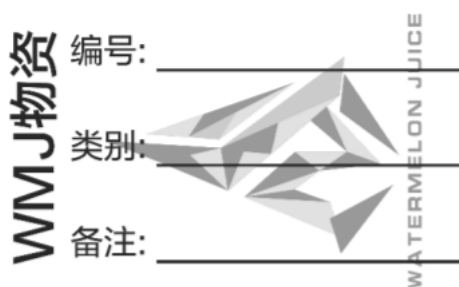


图 21 官方物资登记标签

在物资管理文档中详细记录了物品的使用状态：正常使用、未开封、损坏。并且在备注中详细注明该物品目前使用在什么地方，如一号步兵上，以此对物资进行详细的状态追踪。官方物资保管在战队实验室的专门位置，若队员需要将其带出实验室，应向负责人提出申请，由负责人进行记录。对折扣券的管理包括在文档中统计本赛季预计会有多少折扣券（参考规则手册），然后之后在每次折扣券的发放、使用后在文档中记录此折扣券的券号、折扣力度、状态、日期等要素

6.1.6 其他资源

1) 场地资源

因学校新老校区的原因，战队的场地也在不同校区均有相应的场地资源。

同时战队在长安校区拥有较多场地，足够用于战队本赛季的研发和测试任务，其中部分场地与校内其他团队是共用关系。

工程实践训练中心主楼四楼 RoboMaster 大学生机器人创新基地：主要研发场地，日常赛季任务的研发工作均在此地。占地面积较大，足够战队所有成员在里面工作。

工训中心冷加工部二楼机器人实验室：战队次要研发场地

工训中心冷加工部一楼教学车间：主要测试场地，用于搭建资源岛、启动区、弹道测试场地等

工训中心冷加工部一楼庭院：次要测试场地，用于搭建大符测试、哨兵轨道场地等。

2) 团队资源

西北工业大学 WMJ 战队成立于 2016 年，受到了校团委、教务处、工程实践训练中心、党委研究生工作部及机电学院学院等部门的大力支持，战队第一批成员来自西北工业大学舞蹈机器人、航模队、智能车等创新基地。战队目前从属于工程实践训练中心，作为大学生创新基地的标杆。主要合作团队有：

1.西北工业大学大学生舞蹈机器人创新实践基地成立于 2003 年，是一个坚持自主开发实物机器人的本科生创新基地，包括篮球机器人、舞蹈机器人、家政机器人、救援机器人四个项目组。

2.西北工业大学大学生航空科技创新实践基地成立于 2003 年，前身为成立于 1955 年的航模队。不仅自身积极发展航空科技体育，同时还积极宣传、展示航空科技体育项目。经过航模队和创新基地的锻炼，通过航模理解航空，用航模将新思路新方法应用于工程实践，创新基地给队员们提供了一个很好的理论联系实际的平台，帮助同学们不断提高航空理论水平和工程实践能力。

3.西北工业大学大学生智能汽车创新实践基地，主要负责校内智能汽车竞赛的承办工作以及省赛国赛的组织参赛工作。智能汽车竞赛是一项集科技创意、工程探索为一体的科技竞赛，基地多年来坚持在智能汽车竞赛钻研探索，并多次获得国赛的一等奖奖励。

4.西北工业大学大学生工程训练综合能力创新实践基地，以提升大学生工程创新意识、实践能力和团队合作精神，促进创新人才培养为目标，负责校内工程训练综合能力竞赛的承办工作以及省赛国赛的组织参赛工作。

我们相信共同合作交流始终是所有校内团队发展壮大的必不可少的一个环节，这也是校方愿意对这么多团队同时提供支持的原因之一。战队始终以开放合作交流的态度面对校内外的各

种团队，同样我们也获得了除上面列出的团队以外的很多校内团队或社团的支持，建立了良好的合作交流关系。

3) 校外团队资源

战队具有比较优良的校外团队资源，如西安七校联盟、校企合作企业（非赞助商）等。此资源可转换为多种战队所需，为战队备赛、传承重要资源。

技术合作：

战队与西安各高校、一些校企合作企业不定期进行线下、线上技术交流，与其它非西安高校在线上也有一定程度上的交流。新技术评审、基础技术开发、迭代、优化的过程中会显著的减少难度、耗时。

物资借用：

战队与西安各高校战队具有联盟关系，在备赛、比赛期间若需要物资借用支援且被借方目前不用则可被借用为备用物资使用。战队与一些校企合作企业具有合作、友好交流关系。如西安某无人机企业可在战队必要的情况下无偿借用给战队一些无人机测试技术、测试组件等物资。

招商途径资源：

西安各高校战队都具有自己的招商渠道、在交流过程中达成共识，尽量向己方赞助商推出联盟内其它战队。在招商中，若有必要则可在联盟内成员都同意的情况下，以西安联盟进行招商，若以整个联盟招商预计招商效果会有极其显著提高。

参赛经验共享：

西安联盟成员会不定期召开线下会议，主要交流目前的进度、开发经验、赛事经验等，这是战队十分宝贵的资源。在交流的过程中不但可以集思广益，了解到其它学校的想法，避免闭门造车的情况，也使得整个战队传承得到了进一步的发展，使战队不仅仅是一个只为参加 RoboMaster 比赛的战队，更是一个乐于技术交流、追求更高技术的组织。

6.2 人力、进度安排计划

6.2.1 现役队员人力资源

西北工业大学 WMJ 战队成立于 2016 年，现包括机械、电控、视觉、运营、操作手五个小组，目前已完成 2020 赛季的招新工作，队内管理制度也已经完善。战队 2020 赛季目前拥有 2 名指导老师和 45 名正式队员，其中机械组 9 人，电控组 13 人，视觉组 13 人，运营组 10 人。

所有的正式队员中，有 20 名是参加过上赛季比赛的老队员，有 3 名大四学生（均已保研）。战队成立时长已有三年，19 赛季的老队员们能在一个赛季内取得重大突破，显然个都拥有过硬的技术素养，所以战队的技术储备可以说较为充足。而新队员也表现出了足够的备赛的热情，在老队员的指引下，逐渐能够挑起队内研发重任，所以战队的发展潜力也不能轻视。战队迄今已经参与了三届 RoboMaster 大赛，并在 2019 赛季取得阶段性突破，成功打进全国赛，完成了赛季目标。但由于技术实力仍旧不足，止步 32 强。本赛季我们将充分传承上赛季的成功经验，反思往年的不足，一鼓作气，挑战更好的成绩。

6.2.2 退役队员人力资源

战队虽成立时间不长，但依然走出了很多优秀的学长学姐。他们有的去往国内外顶尖高校继续深造，有的选择在一些大公司就业，有的也会选择创业。上赛季毕业的几位学长，有的去往华为等国内大公司公司就业，有的保研或者考研至西北工业大学、上海交通大学、浙江大学、华中科技大学、天津大学等国内一流高校继续深造，其中也不乏以研究生身份参加 AI 智能挑战赛的学长。但是他们的心始终是牵挂着战队的，我们经常能够收到学长学姐关于备赛情况的问候。同样的，我们遇到一些难以解决的问题时也会向他们征求意见。这些都是战队宝贵的退役队员资源。

6.2.3 人力资源安排计划

根据对战队现有人力资源的分析，以及出于对备赛任务的多样性、复杂性的考量，战队目前的所有队员大致可以归为三类，即老队员、新队员和预备队员。这三类队员只有经验之分没有等级差别，并将在 2020 赛季的备赛任务中承担不同的责任。

老队员主要指的是拥有一年及一年以上参赛经验的队员们。他们大多技术实力过硬，对比赛理解深刻，有丰富的设计、调试经验。并且经过赛场的锤炼，他们更能把握关键技术点，有更强的随机应变能力，也对 RoboMaster 的赛事文化、赛事精神有更深的感触。在 2020 赛季中，老队员们将主要负责把握关键技术点发展方向，对技术难点和创新点进行技术攻关，审核其他队员设计方案，并负责对新队员进行培训和经验传授，帮助他们少走弯路。

新队员主要指的是通过了战队考核，正式加入战队，还没有参赛的队员们。他们大多有一定的技术能力，能够胜任设计、装配、调试的工作。缺乏参赛经验使他们难把握技术发展方向，没有明确的发展目标。但反过来讲，他们也不会被过往的思维束缚，拥有更创意和想法。在 2020 赛季中，新队员们将主要负责大部分的方案设计、装配、调试，并在老队员的指导下进行修改，提高自身能力，积累经验，并为机器人设计方案注入新鲜血液。

预备队员主要指的是有意向加入战队，并且通过了一定的选拔考试，但尚未正式加入战队的

成员。他们技术实力参差不齐，对比赛了解也比较有限，但满怀热情。在 2020 赛季中，预备队员们将在正式队员的指导下进行自学，提升自己的技术实力，并参与到战队的一些简单的工作当中，为正式加入战队做准备。

6.2.4 进度安排

根据 2019 赛季的备赛经验和对 2020 赛季规则的解读，本赛季的备赛进度安排大致可以分为四个大阶段，即规则发布到学期末、寒假期间、开学到热身赛前以及热身赛至分区赛前。每个大阶段都可以细分为数小阶段，且都有相应的备赛任务。每个阶段的备赛任务能否保质保量的完成将直接影响比赛能否拿到好的成绩。

规则发布到学期末：

- 1.规则解读，了解规则改动，初步确定各兵种发展方向和发展目标；
- 2.根据技术评审要求，制定各时间节点；
- 3.各兵种方案讨论、制定，确定任务分配、完成时间；
- 4.各技术组开始初步实现指定的技术方案，并进行初步测试；
- 5.新技术点分模块进行初步研发、测试；
- 6.各兵种初步方案落实，开始装配，并进行中期视频拍摄；
- 7.一些关键技术点提前开始迭代设计。

寒假期间：

- 1.对各兵种完成的方案进行详细测试，并做详细记录；
- 2.对新技术点方案进行详细测试，确认其是否有实用价值；
- 3.战队放假前完成第一版全阵容机器人，并总结优点与不足，放假期间各成员根据实测情况及总结出来的问题，针对方案进行改进。

开学到热身赛前：

- 1.结合第一版方案和新技术测试结果进行各兵种迭代方案设计和任务分配；
- 2.明确各方案完成时间点，并实时监督；
- 3.开始进行队内操作手选拔，使用第一版机器人进行初步训练；
- 4.落实迭代方案，完成装配、调试，完成设计报告撰写和完整形态视频拍摄；
- 5.由操作手和测试共同进行迭代方案测试，对一些缺陷较大的技术点再次进行迭代；

6.确定最终方案，完成全阵容机器人制作，并根据操作手要求进行细微调试；

7.操作手和入场人员进行一定的训练，进入比赛状态。

热身赛到分区赛前：

1.结合热身赛中发现的自身问题，查漏补缺。

2.总结热身赛中看到的其他队伍的不同设计，分析优劣，取其长处，改进战车。

3.根据热身赛中所执行的战术所暴露出的问题，进行相应的修改，并对战车做适应性调整。

4.着力进行技术优化（主要是视觉组和电控组），定期进行压力测试，进行比赛前最后一阶段的冲刺。

5.确定最终操作手阵容，每天组织操作手训练，包括模拟对战、战术演练、沙盘推演等项目，尽可能确保不会因为操作手的严重失误而失掉比赛。

6.3 预算

6.3.1 总体预算

分类	预算
步兵机器人	28400
英雄机器人	31900
工程机器人	39465
哨兵机器人	34800
空中机器人	25410
飞镖系统	17500
雷达站	20748
差旅食宿	65000
其他	10000
总预算	273223

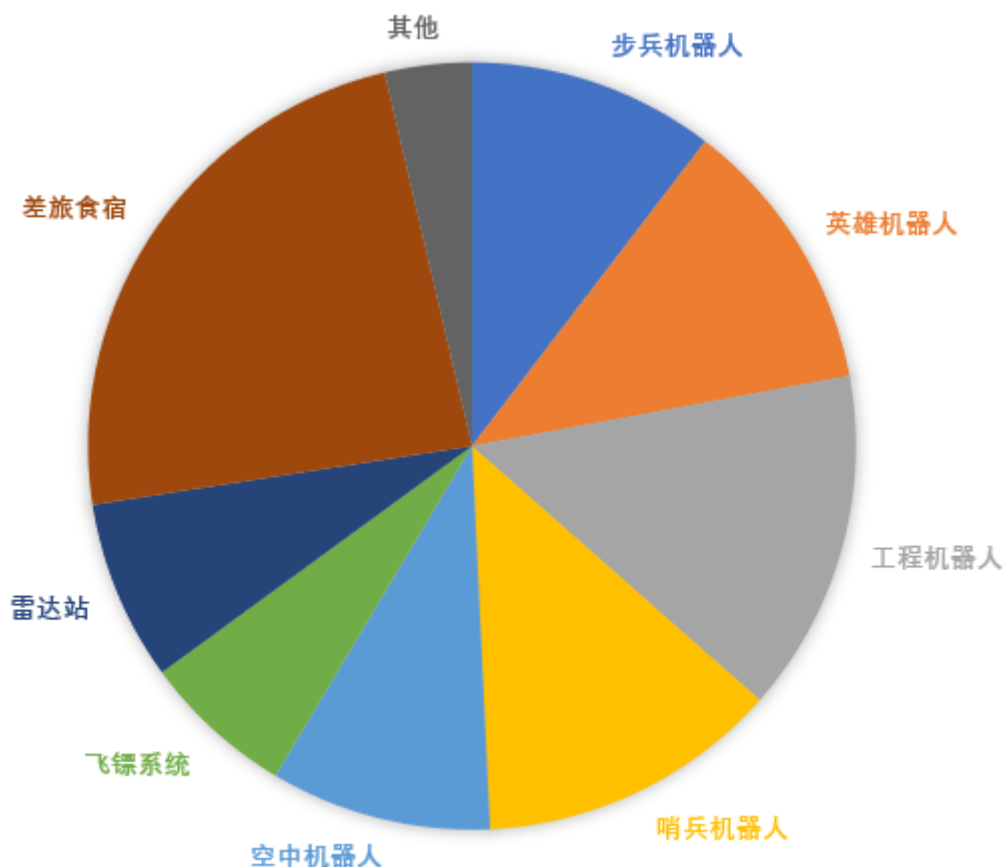


图 22 分区赛前战队预算分配饼状图

6.3.2 成本控制

参加 RoboMaster 机甲大师赛所需的技术难度高、要点多，且战队需要在制作七台不同类型的机器人，不管是难度还是数目都远超其他机器人竞赛，也导致了战队所需的资金远超参加其他机器人竞赛的队伍，而来自学校的经费、各类活动的经费是有限的。只有做到了优秀的成本控制，才能利用有限的资金研发出性能足够优秀的机器人，把钱花在刀刃上。结合往年的参赛经验，我们采取了以下几点措施来控制成本，充分利用资金：

- 1.降低测试成本：在搭建测试平台时，非关键部件尽可能使用较为便宜的材料或是可以回收利用的材料，尽可能减少在测试平台上的开销；
- 2.增加复用：设计方案时尽可能多使用标准件或可复用套件，既便于大批量低价采购，也便于进一步的回收利用；
- 3.回收利用：在不影响使用效果的前提下，尽可能回收利用从测试平台、旧方案等处拆下的零件材料，例如各类线材、螺丝、光学元件等；
- 4.建立成本控制意识：向全队队员强调成本控制的重要意义，普及成本控制方法，建立成本控

制思想，便能从方案设计到加工装配都尽可能做到压缩成本，减少开支。

5.加强评审体系：在重大方案真正实施之前必须要进行机器人组内评审、技术组内评审以及队内评审环节，保证足够多的人参与到评审中，提出自己的意见，以尽可能完善设计，减少不必要的开支。

7. 宣传/商业计划

WMJ 战队作为一个为 RoboMaster 而生的机器人战队，首要目标便是备战 Robomaster 比赛。想要运营好一个团队，仅仅做好技术是不够的，良好的团队氛围，团队建设必不可少。在 RoboMaster 全国大学生机器人大赛设置“宣传经理”这一岗位之后，各大高校队伍中都设立了“运营组”、“行政组”、“宣传组”等这样的非技术岗位来专门负责团队建设。

WMJ 战队的运营组除了指导老师、队长和项管负责团队管理之外，还有负责宣传方向的宣传经理和负责招商方向的招商经理。下面就针对这两个在其它校内机器人研发团队里很难见到的工作方向进行介绍。

7.1 宣传计划

7.1.1 宣传目的

- 1.宣传机器人战队和 RM 相关项目，提升 RoboMaster 全国大学生机器人大赛在学校中的影响力，提升 WMJ 战队的知名度。
- 2.记录战队备赛生活中的点点滴滴，分享战队有笑有泪的故事，增强战队凝聚力，给队员们留下美好回忆。

7.1.2 宣传范围

- 1.战队自有新媒体平台，如战队微信公众号、QQ、微博、交流群等。
- 2.战队校内外各项线下活动，如战队招新，校园表演赛，等。
- 3.组委会官方宣传平台，如官方微博、微信、论坛等。
- 4.校内其它媒体平台，如团委、学生会与各个学院的宣传平台。
- 5.校内外各种展览、分享会活动，如教务处每年都会举办的基地故事分享会活动。

7.1.3 宣传内容

想要建设好一个战队，光有技术实力是不够的，战队宣传也不可或缺。这需要队员们的共同

努力，队员们同心协力宣传战队，方能增强凝聚力，促进队伍建设。

需要宣传组队员具备设计能力，能够使用相机等设备及时完成精彩瞬间的捕捉，能够完成照片后期、海报和视频制作周边设计等任务，以及一定的文案和稿件的撰写能力和与他人沟通的能力。同时还需要负责战队的形象包装及对外宣传，拓展校园媒体资源，并配合组委会完成视频拍摄、合照收集、采访等宣传推广工作。

战队目前的宣传内容分为以下几个内容：

- 1.战队自有自媒体平台的运营工作，及时更新战队备赛过程中的小故事，并积极与官方和其它战队友好互动。
- 2.战队日常阶段和招新阶段的宣传工作，努力提升战队在校内的影响力，同时也要和校内的其它基地或社团建立良好的合作交流关系。
- 3.基于官方提供的平台如官方参赛队员群、技术交流群，多结交一些外校的同学，相互交流相互促进。
- 4.积极参与或举办各种校内外的有机会提升战队影响力的活动。本学期我校成功举办第一届 Robomaster 校园表演赛，战队邀请西电，西农等友队共同参加。成功吸引了学校老师和同学们的关注。
- 5.配合官方完成相关照片视频的采集和采访等宣传工作。
- 6.战队文化墙设计制作，激励队员，增强凝聚力，建设良好的战队文化。
- 7.完成战队周边纪念品的设计和制作，如明信片、卡贴、新年台历等，用于活动转发关注抽奖、队内绩效考核、与其他战队交流等。
- 8.战队宣传视频拍摄。例如拍摄战队 vlog，用视频的方式记录战队生活，让更多同学，队友了解、关注、热爱 WMJ 战队。

7.1.4 宣传执行计划

针对战队的实际情况，我们把整个赛季的宣传工作分为以下几个部分。

阶段	时间规划	宣传方式	宣传目标
招新准备期	2019 年 8 月 1 日-2019 年 8 月	撰写招新策划，创建 QQ 招新群，积极联系学校各学院发布招新预	开学前吸引一部分同学提前了解基地招新，告知招新流

	31 日	告，准备好海报，视频等宣传材料。	程和准备工作。
招新期	2019 年 9 月 1 日-2019 年 9 月 31 日	联系全校各渠道大力宣传战队招新，发布招新推送并联系校团委，学生会，各个学院转载，举办外场和招新宣讲活动。	扩大宣传覆盖面，吸引至少 600 人加入招新群，吸引至少 300 人报名。
招新考核和初步宣传期	2019 年 10 月 1 日-2019 年 11 月 31 日	<p>战队招新报名结束，第一轮宣传工作完成，将工作重心放在各组对新队员的培训考核中。</p> <p>由于新鲜血液的加入，战队成员彼此之间需要进一步的了解交流，因此举办战队团建活动，提升团队凝聚力。</p> <p>与此同时新赛季新规则发布，宣传工作也应当开始从校内转向校内外全面开展。在各新媒体平台提高活跃度，努力获得更多的粉丝。</p>	<p>提高各新媒体平台的粉丝量，至少增加 200 名粉丝。与其他高校进行线上线下的交流，为接下来的技术交流打下良好基础。</p>
进一步宣传期	2019 年 12 月 1 日-2020 年 3 月 31 日	<p>战队备赛工作步入正轨，同时宣传方面完成初期的各项工作。宣传工作面向与其他高校战队进行接触和互动，扩大战队的宣传面。</p> <p>策划多期特别活动，如校内赛，战队故事分享等。</p>	提升各大平台的活跃度，至少增加 300 名粉丝。至少举办或参与三次以上校内外的宣传活动。

全面宣传期	2020 年 4 月 1 日 -2020 年 7 月 31 日	战队备赛工作步入后期，宣传方面完成大部分的基础工作。开始全方位宣传比赛，提升校内外对比赛的关注度。更频繁的更新战队的各类故事，同时策划更多活动。和多个战队进行友好交流互动，进行现场交流或举办参加友谊赛。	提高校内学生对比赛的关注度，让更多人能够在比赛时期关注比赛为战队加油鼓劲。与其他高校进行线下交流，并至少完成三次友谊赛。
-------	---------------------------------	---	--

7.2 招商计划

7.2.1 招商目的

在上一赛季的备赛阶段，我们深刻意识到了招商的重要性。没有充足的资金支持与物资支持，再棒的想法再出色的设计也不能够实现。战队商业化所带来的收益使战队拥有了更强的技术实力，对战队的良性发展有很重要的作用。由于 WMJ 战队成立时间不长，历届成绩并不理想，在招商时我们也遇到了重重困难。最终凭借招商组人员的不懈努力，拉到赞助减缓了队内部分经费支出时，我们也更加体会到了招商对一个战队走向成熟的重要性。

在此同时，我们也应认识到，要想充分的发扬工程师精神，要想提升战队在校内外的影响力，对外的沟通和合作是必不可少的。与赞助商联系交流不仅仅提高了个人沟通交流的能力，更让我们了解行情，获取更多的资源。

7.2.2 权益分析

1) 赞助商权益：

序号	权益名称	说明	数量
1	战队冠名权	冠名形式为：西北工业大学 XX WMJ 战队 (XX 为冠名赞助商名称)，同时还会呈现在赛事官网比赛系统和现场比赛系统中，并参与比赛现场和直播的各种流程的露出，拥有极高的曝光度	1
2	机器人车体广告	参赛机器人上贴装赞助商指定的广告内容，组委会规定每台机器人仅限 2 个广告位	2
3	队服广告	队服印刷信息位置包括胸标以及两个袖标，具体形式有待进一步商议	3
4	新媒体宣传	在战队自有微信、微博、和 QQ 平台等新媒体平台上进行推广	-
5	公众号专属文案	在战队微信公众号中推送企业专属宣传文案，并将赞助商品牌在公众号上露出	-
6	遥控器标识	操作手的遥控器上贴装赞助商指定广告内容	1
7	战队顾问	以顾问的身份加入战队，与战队共进退，赛季末可获得属于自己的荣誉证书	3
8	校内赛宣传	每年战队举办校内赛、校内招新等，可在外场、参赛场地贴装赞助商指定广告内容	-
9	比赛采访广告	在比赛采访过程中，可以提及赞助商指定内容，具体事项可待商定	-
10	战队视频广告	在战队视频中可加入赞助商指定广告内容	-
11	参观宣传	会不定期有参观团队来实验室参观，频率至少是每月 5 次，可在参观团队到来时为赞助商宣传	-
12	赛场宣传物料	比赛期间，备场区域放置的战队宣传物料，如易拉宝、宣传手册等	-

2) 合作方式:

战队冠名赞助: 赞助商给予队伍一定量的资金支持。冠名赞助商享有所有宣传权益，具体可进一步相互协商，以双方合作最优化为原则。

战队赞助商赞助: 赞助商给予战队一定的资金及物资支持。赞助商给予队伍支持方式及享受权益可进一步相互协商，以双方合作最优化为原则。

战队合作伙伴赞助: 赞助商给予战队一定的物资支持，包括提供零件，材料等支持，享受权益可进一步相互协商。

战队技术合作: 企业/个人与 WMJ 战队进行技术合作，共同研发相关项目，提供零件加工或其他技术支持。具体事宜有待商议。

3) 战队需求:

因为比赛的难度和规模，战队最主要的需求就是资金和物资上的需求。战队需要一定的资金支持用于战队备赛期间研发机器人或备赛期间的差旅等费用，同时也需要一定的物资上的支

持用于制作实物机器人。同样，也可以通过提供设备使用权、代加工、技术输出、优惠价等等能够帮助战队备赛的任何方式对战队提供支持。相应的，我们也会提供权益回报赞助商的付出，并且在赞助商的支持下努力备赛，努力取得较好的成绩。

4) 招商对象:

参赛队赞助商的招商对象需在赛事组委会的规定范畴内进行招募。

根据中华人民共和国相关法律有效注册成立并依法经营、从事经营科技产品研发行业、智能算法研发行业、汽车行业、餐饮行业、娱乐行业、公益领域、创意产业行业以及经赛事组委会认可的其他行业的企业，均可应征“RoboMaster2020 全国大学生机器人大赛参赛队”的赞助企业。

以“个人资助方式”提供一定资金、设备、材料、服务等方面支持的自然人,也可作为“RoboMaster2020 全国大学生机器人大赛”西北工业大学 WMJ 参赛队的招商对象。

潜在的赞助商来源:

1. 往届合作商，有过相关合作经验的对战队可能会更加熟悉，对比赛内容会更加了解。
2. 从本校机器人基地走出去创业的学长们，他们会对基地更有感情。
3. 本校发展的比较好的校友所在企业。
4. 比较熟悉的老师与外界合作项目的公司，由老师进行引荐可能会更方便一些。
5. 西安本地的一些智能科技类的公司。
6. 北上广区域与机器人相关的一些公司。
7. 战队购买物资（例如加工设备或者电子设备）的一些公司。
8. 参加校园招聘会的一些公司。
9. 在 RM 大赛中与其他战队有过合作的公司，他们对 RM 大赛已经有一定了解，也更容易沟通。
10. 由之前合作过的赞助商推荐的合作公司。

5) 招商计划:

参照官方发布的招商指南，结合我们自身对于招商的理解，我们将招商分为四个阶段:

入门阶段：在这一阶段中，我们需要做好的是准备好招商资料（包括招商手册，招商单页，招商 PPT 等），并对现有资源进行整理，方便日后招商工作的顺利进行。在这一阶段，所用时间我们初步定为 2019. 9. 1--2019. 11. 30

起步阶段：在起步阶段，我们会先尝试联系之前有过合作的赞助商，询问他们是否有继续合作的意图，并在此基础上，多多收集其他潜在赞助商的联系方式。这一阶段所用时间我们初步定为 2019. 12. 1--2020. 2. 28

发展阶段：在这一阶段，我们会向更多潜在赞助商发出合作邀请，为战队的备赛工作提供物资或资金支持。这一阶段所用时间我们初步定 2019. 3. 1--2020. 4. 30

成熟阶段：在这一阶段，我们可以取得很好的招商成绩，达到了我们最初的招商目标。我们会进行招商经验分享，让更多的战队了解到我们的招商策略，并学习其他战队的招商方式。这一阶段持续时间为 2020. 5. 1--2020. 7. 31