

Using a 32-bit motor driver chip and Field-Oriented Control (FOC), the RoboMaster C630 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster M3508 P19 Brushless DC Gear Motor and C630 Brushless DC Motor Speed Controller, the M3508 Accessories Kit includes several cables and a terminal board.



# 第十九届全国大学生机器人大赛 ROBOMASTER 2020 机甲大师对抗赛

## 赛季规划

HORIZON战队 编制  
2019年11月 发布

# 目录

<b>1. 大赛文化</b> .....	<b>6</b>
1.1 大赛文化.....	6
1.2 队伍核心文化 .....	7
<b>2. 项目分析</b> .....	<b>8</b>
2.1 新赛季规则解读.....	8
2.1.1 兵种变化.....	8
2.1.2 新增效果.....	10
2.1.3 复活方式.....	10
2.1.4 获胜条件.....	10
2.1.5 其余改动.....	10
2.2 项目分析.....	11
2.2.1 步兵机器人 .....	11
2.2.2 英雄机器人 .....	20
2.2.3.工程机器人.....	29
2.2.4 哨兵机器人 .....	37
2.2.5.空中机器人 .....	47
2.2.6 飞镖.....	53
2.2.7 雷达.....	58
2.3 其他工作安排 .....	63
<b>3. 组织架构</b> .....	<b>64</b>
3.1 队伍管理架构 .....	65
3.2 招募队员方向 .....	66
3.3 岗位职责分工 .....	69
3.3.1 团队氛围建设.....	72
3.3.2 战队传承.....	74
<b>4. 团队协作</b> .....	<b>75</b>
4.1 资料整理.....	75
4.1.1 论坛开源资料.....	75
4.1.2 物资说明书 .....	77
4.1.3 相关文献整理.....	80
4.1.4 战队知识传承.....	82
4.2 协作工具.....	83
4.2.1 代码协作工具.....	83
4.2.2 图纸协作工具.....	84

4.2.3 文档协作工具.....	85
4.3 团队管理工具 .....	86
4.3.1 ONES AI.....	86
4.3.2 钉钉 .....	89
4.4 培训、自学.....	90
4.4.1 培训安排.....	90
4.4.2 自学计划.....	92
<b>5. 审核制度 .....</b>	<b>94</b>
5.1 机器人的生命周期划分 .....	94
5.2 机器人的生命周期分工.....	96
5.3 评审体系.....	97
5.3.1 初审阶段.....	97
5.3.2 二审阶段.....	98
5.4 进度追踪.....	99
5.5 测试体系.....	101
5.5.1 测试记录.....	101
5.5.2 测试内容.....	101
<b>6. 资源管理 .....</b>	<b>102</b>
6.1 可用资源.....	102
6.1.1 资金来源.....	102
6.1.2 自有加工工具.....	103
6.1.3 外部机加工工具 .....	104
6.1.4 人力资源.....	104
6.1.5 官方物资资源.....	105
6.1.6 其他资源.....	107
6.2 人力、进度安排计划.....	109
6.2.1 人力安排.....	109
6.2.2 进度安排.....	110
6.3 预算.....	112
6.3.1 机器人经费 .....	112
6.3.2 实验室管理预算 .....	114
6.3.3 成本控制.....	114
<b>7. 宣传/商业计划 .....</b>	<b>115</b>
7.1 资源来源规划 .....	115
7.2 宣传计划.....	115



# 1. 大赛文化

## 1.1 大赛文化

什么是机甲大师？正如一千个人眼中就有一千个哈姆雷特，有不同生活经历的人，对于大赛文化的理解也各不相同。我们参赛队眼中的机甲大师，与其说机甲大师是一个比赛，更不如说是一个梦想，一个由成千上万人凝结成的梦想。它之所以有这样的魅力，其根源在于它的文化，属于青年工程师的文化。青年工程师文化不仅仅流于纸上，它还通过动画、视频等形式传播。与其他观众相比，处于大赛文化、战队精神熏陶下的我们，有着无与伦比的参与感。几乎每一个队员登上舞台的那一刻，一瞬间就成长了。

RM 具有备赛周期长、技术水平高、资金花费大的特点，但正是这些特点，让 RM 的参赛队员在这一两年内所学习到的知识远远重于那一纸证书。与我校的其他大学生竞赛社团相比 RM 的团队更像是一个闭环生态圈，团队有来自不同领域不同专业的精英，成员来自学校数十个专业。团队分工明确，除了技术研发人员外，还需要宣传、运营、管理人员。不同专业、不同经历的同学碰撞出别样的火花，在集体的相互配合下，一个项目从零到整（项目立项—研发—测试—改进完善—商业化）。这不单单是对个人专业技能的培养促进，更是对每一位队员的综合素质以及团队协作能力的培养。在备赛以及参赛过程中，各队员相互协作，达到优势互补，同时充分利用比赛的优秀技术资源以及人才资源。在倡导技术创新的同时，通过开源平台，进行技术交流。有利于促进各参赛队间的交流互通，促进共同进步。在我们看来，RM 的成功来自于多学科融合，来自于新时代大学培养模式的探索。

大学时期很少有将理论应用于实践的机会，传统教学模式都是老师将书本上的理论知识传输给学生，再加一两周的认知实习。但仅靠一两周的认知实习是不足以满足学生完全了解所学理论知识。而 RoboMaster 机甲大师赛通过其特有的比赛方式和文化氛围，激发学生学习兴趣，以兴趣为导向，将学习模式改变为理论—实践—知识—创新，加深学生对专业知识的理解。通过 RM，学生们也能从

更多的角度看待问题。

RoboMaster 改变了一代年轻人，它见证了每一只参赛队的成长，它使我们结识了一帮志同道合的朋友，让我们看到未来有更多的可能，而我们也为能够成为机甲大师文化传承的载体而感到无比自豪。

## 1.2 队伍核心文化

战队口号：开拓进取，勇于创新；富有激情，永不言败。

战队文化：

仰高山而知笃行，察不备以求拓新。

力一气则金石断，精一细则臻境生。

继薪火于蓝缕者，传捷智于求荒人。

烛萤一聚成日月，星河点点普乾辉。

这是 16 年战队创立之初就定下的口号与文化。虽然没有华丽的辞藻，但却 是老队员给予我们的最大期望。四年来，我们也努力的践行着，在不甘平凡中努力前行。目前战队资金状况紧缺、技术含量偏低，但是“三个臭皮匠，胜过一个诸葛亮”。只要大家心往一起想，劲往一块使，有困难就可以靠集体的力量克服，没有的东西也就会创造出来。没有永久的强队，强队技术的优势只是相对的，再先进的技术也有过时的那一天，但唯独装在脑袋里的知识、技术以及创意，是可以通过学习和实践，永远保持年轻。虽然我们技术暂时落后，但我们却拥有一颗变强的决心，有完成和挑战一个个不肯的勇气。只要能够坚定信念，勤奋刻苦的学习，源源不断地发展新技术，将创意和技术传承保持下去，终有一天，能取得 RoboMaster 舞台上的桂冠！

## 2. 项目分析

### 2.1 新赛季规则解读

#### 2.1.1 兵种变化

##### 1.新增兵种

① 飞镖：飞镖靶通过装甲模块结合光电管检测飞镖攻击，每局比赛有两次发射机会，每次 15s，由操作手任意时间自行选择使用。导弹每局四枚。一旦超射速，该导弹与后续的导弹伤害无效。

② 雷达站：通过识别对方机器人，了解对方战术动向，判断威胁程度。

##### 2.原兵种及基地变化

##### ① 步兵

初级步兵大幅削弱。因为技能点的存在，一级步兵和三级步兵不仅仅是热量和血量上的差异，射速、底盘功率、血量都相差很大，无法做到一级步兵单兵对抗英雄，而且技能点最多六点，需要操作手根据战场实际情况选择性的增加属性点。

最重要的是击打能量机关受限制，如果要想尽快击打能量机关，只能让一个二级步兵全点射速。同时意味着他移动速度低，血量少，在分区赛只有两辆步兵的情况下，这么做无疑是一次赌博。如果该步兵被针对，那么非但不能完成击打能量机关的任务，而且还会因血量低移动速度慢被秒杀而丧失一个战斗力。击打能量机关的意义就是在于顺风战或焦灼局时可有效推进比赛进程，但是根据本赛季规则，顺风或焦灼时更不敢冒险让步兵去激活能量机关。除非战术安排非常合理，能让激活能量机关的步兵避开敌方的进攻。

##### ② 英雄

因为步兵被削弱，所以变相加强了英雄。另外上赛季固定在英雄机器人上的

小弹丸发射机构在本赛季可以安装到除哨兵以外的其它地面机器人上。英雄输出能力变强，大弹丸攻击前哨站和基地伤害量提升至 200，成为了“拆迁队”的主力队员。按照我们今年的规划，小弹丸发射机构将安装到工程机器人上，这意味着我们必须解决上赛季英雄大弹丸发射机构遇到的一系列问题，以确保英雄输出能力。

### ③ 工程：

工程删减了登岛功能，结构更简单，工程可以获取补给站子弹，也可以刷卡复活其他机器人。加上小弹丸发射机构的加持，变为了一辆“后勤保障武装装甲车”，虽然枪口热量及射速上限都不会根据等级的增长而提升。但是结合血量与底盘功率的优势，即使与三级步兵相比也不遑多让。是相当强悍的战力。

### ④ 哨兵：

哨兵得到了史诗级增强。拥有两个独立小弹丸发射机构，增加的小弹丸发射机构用于反导与防止背后受袭，击毁敌方机器人回血改为对敌方机器人造成伤害回血。但是子弹数量没有增加，因为队伍的自瞄水平不高，目前不考虑做双云台结构，待单云台稳定后，再投入精力研发双云台结构。并且哨兵轨道变为直轨。

### ⑤ 无人机：

无人机大幅削弱，能量上限提升至 300，虽然可以通过占领资源岛增加能量，但是攻击次数还是受到了较大的限制，第一次起飞载弹量为 250，之后恢复为 500。因为前哨站的存在，使无人机的攻击目标由基地改为前哨站。

### ⑥ 基地：

基地血量增加至 5000，而且要先击毁前哨站，再打爆哨兵，基地才会完全展开。

## 3.操作手变化：

无人机云台手身兼三职，拥有两台显示器，由于工程机器人职能的改变，导致工程操作手的任务也变得更加繁重



#### 4.场地变化:

- ① 增加前哨;
- ② 基地血量值变为 5000;
- ③ 补给站弹丸开局 200 发, 之后每 20s50 发, 截止至六分钟;
- ④ 资源岛高度不变, 开局资源岛四个角弹药箱上升, 三分钟过后剩下五个弹药箱升起, 并且弹药箱可以当障碍块;
- ⑤ 启动区改变, 开局不用绕弯下坡;
- ⑥ 击打能量机关难度加大;
- ⑦ 前哨站存活, 基地无敌, 哨兵 100%防御。前哨站被击毁后, 哨兵 100%防御解除, 基地虚拟护盾生效;
- ⑧ Buff 点增多, 增加基地、高地、前哨站 BUFF 点;
- ⑨ 飞镖击中前哨站或基地时, 相应区域 BUFF 消失 30s。

### 2.1.2 新增效果

1. 增加助攻机制, 打出最后一击的机器人获得经验不变, 其余助攻机器人获得额外经验值。
2. 增加性能点机制, 极大削弱了低级步兵的战斗能力。

### 2.1.3 复活方式

增加了刷卡复活机制。

不同兵种的复活时间与采取的复活方式有关。

### 2.1.4 获胜条件

伴随前哨站的增加, 单局比赛获胜条件有所增加。

### 2.1.5 其余改动

1. 技术暂停的次数和时间也有所变化。
2. 因兵种的增加，进入赛场的场地队员增加至 17 名。
3. 每局比赛后可替换操作手。
4. 机器人不可阻碍对方飞坡，不可进入敌方基地禁区，弹药箱不得放入公路禁区

## 2.2 项目分析

### 2.2.1 步兵机器人

#### 1. 规则、需求、功能分析

##### 1. 功能分析：

步兵机器人是 RoboMaster 战场中必不可少的输出单位，在推动比赛进程中起到关键作用。与 19 赛季相比初始血量降低至 100，初始底盘功率降低 20w，新增的性能点机制，可选择性提高步兵性能，步兵从上个赛季升级时全方面性能参数的增加到现本赛季采取操作手自主选择性能增加，增加了比赛进程不确定性和机器人差异，考验操作手的临场局势判断能力和对机器人性能的把控。本赛季的赛场变化较大，要求步兵具备优越的过障能力，以应对复杂多变的赛场。整体上，新赛季步兵需要有更快的速度，更轻便的步兵底盘，更稳定的功率控制，更好的识别算法和更灵活的机器人间配合。本赛季能量机关的转动速度会根据激活程度的改变而变化，所以对识别、预测以及弹道精度提出了更高的要求，激活位置的改变要求步兵本身有更高的灵活性，才能及时到达激活点。因此优秀的底盘设计与动力系统配合，可以使步兵在复杂多变的场地中驰骋。

##### 2. 需求分析：

###### (1) 机械方面

- ① 要将整体机械结构轻量化的同时还必须确保其具备很高的强度，保证其

在激烈的对抗中可以独善其身；

② 要优化底盘结构，尤其是底盘上的悬挂结构，以应对步兵飞坡时所带来的巨大冲击力。好的悬挂结构可以使步兵在高低不平的场地中减少动力损失和云台稳定；

③ 要调整云台重心，减小 Pitch 轴电机所受的力矩，减少电机调节行程；

④ 优化弹道，减小弹着点分布半径，增强步兵在战场上的输出能力。

## **(2) 电控方面**

① 优化底盘功率限制算法，增加超级电容方案，合理利用剩余的底盘功率，为步兵飞坡以及上桥提供动力支持；

② 优化云台 PID 算法及参数，使云台的响应更加的快速稳定，为后期和视觉进行目标跟踪以及击打能量机关做好基础；

③ 根据操作手习惯更改相应参数以及控制方式，以带来更好的人机交互体验；多种控制模式的切换可以适应不同的战场情况。

④ 布线维护、赛场通信、弹量显示等等。

## **(3) 视觉方面**

① 应保证摄像头的视野，不能有遮挡物，要方便拆卸防止摄像头意外受损更换，减少场地灯光对识别的影响；

② 要提高辅助射击时的识别算法的稳定性，可以对装甲板进行多角度识别，保证视觉算法的鲁棒性和安全性，并对自瞄系统添加精准的弹道预测，用于击打移动目标。

③ 要提高大能量机关的识别与打击的精确程度，保证能量机关的击打效率。

## **2.主要工作内容和方向**

### **1. 机械方面**

① 精简车体结构

19 赛季结构设计较为臃肿，使得整车重量过大，底盘运动没有取得预想的效果，所以在 20 赛季精简车体结构，将底盘从两层简化成一层；

### ② 减震选型与测试

减震选型不正确，导致避震器经常断裂。在购买避震器之前使用软件分析飞坡跌路测试，进行避震器部分的强度校核，并增大避震器的资金投入。购买更结实的避震器；

### ③ 更换联轴器材质

由于迈轮联轴器采用的是铝合金材质，强度与耐磨性不够。导致联轴器发生塑性变形以及 D 型孔磨损，使电机与联轴器周向固定不结实，所以今年将联轴器的材质改为 45 钢；

### ④ 更换云台 YAW 轴连接方式

云台 yaw 轴电机连接结构不够紧密，使得 6020 的上安装孔存在滑丝的问题。改用更加紧密的连接方式；

### ⑤ 规范化调试弹道

统一弹道调整方案。将弹道调整规律归纳整理出文档，制作调整弹道所用零件；

### ⑥ 更改弹仓结构

弹仓大，云台过重，子弹不易流入发射机构中。缩小弹仓，弹仓内部加斜坡；

### ⑦ 增加防撞结构

外壳易破损。防撞采用钣金件，外壳使用 2mmpc 板，且放置于防撞钣金件内部，避免碰撞导致破损。

## 2. 电控方面

### ① 规范化布线

19 赛季布线太乱不规范，部分插头别着劲，导致场中出现为题，而且难于排查，20 赛季预计购置一台压线机，所有连接线根据需求自己压制；

## ② 试验超级电容及电流检测方案

19 赛季没有使用超级电容，以及电流检测模块，并且功率限制算法不够完善，所以导致底盘功率利用率极低，今年给硬件组安排了硬性指标，参考其他队开源的各种方案，2 月前必须完成电流检测以及超级电容方案的上车测试；

## ③ 统一代码架构

代码结构混乱，而且书写格式不规范，导致其中一个车的电控负责人临时有事，其他人并不能接上，所以今年统一了代码书写格式，并且由组长牵头整组统一书写一个适用于所有车的代码架构。

## 3. 视觉方面：

### ① 更换并测试 4mm 镜头方案

19 赛季步兵统一采用 6mm 焦距镜头导致识别视野过小，敌方装甲板很容易跑出视野范围，组内权衡识别距离与视野后，今年步兵统一采用 4mm 焦距镜头；

### ② 优化识别算法增强其鲁棒性

识别算法不稳定，识别效果受灯光因素影响过大，经常出现不能识别的问题，并且识别距离不稳定，首先修改识别算法，增加识别的鲁棒性，其次今年尝试增加滤光片，具体型号还需进一步的测试；

### ③ 增加预测算法

在 2019 赛季，预测算法是由电控方面来完成的，效果不是很显著，2020 赛季由电控以及视觉共同进行预测算法的编写，要求可以及时跟上敌方的动作并进行有效击打；

### ④ 大能量机关

2019 赛季的大能量机关算法在击打效果上没有达到预期期望，2020 赛季的识别算法计划采用 SVM 分类器进行算法改写，以求更加精确的识别效果，并对击打的弹道进行更精确的补偿；

### ⑤ 更换相机

之前相机帧率不足，且使用的是卷帘快门的相机，在 2020 赛季将根据最终算法准备尝试使用全局快门、帧率更高且适宜的相机。

### 3. 资源、人力、资金评估

#### 1. 资源需求

① 场地需求：17mm 弹丸弹道测试场地。爬坡、越障、对抗等性能的测试场地。

② 物资需求：实现完整机器人结构功能的物资，包括机械方面的板材、铝方管、打印件、螺栓螺母、定制件等；电控方面的电机电调、电路板、官方电池、陀螺仪、各种线材等；视觉方面的 NUC、摄像头等；以及 2020 赛季的官方裁判系统。

#### 2. 人力需求

##### ① 人员分配

机械组：杜昊楠 张家豪

电控组：屈绍宇

视觉组：王怡云

##### ② 机械工作

需要完成对步兵机器人的结构设计，并进行软件分析及优化，完成相关零件的设计加工及装配，并在后续电控组和视觉组调试时完成维护的工作，观察当前步兵机器人出现的问题，记录并分析结果，尽快给出下一代迭代改进方案。

##### ③ 电控工作

电控组负责书写整车控制代码，以及后期对代码进行精简、整理和维护，不断优化云台 PID,提升云台的动态性能，完善底盘解算；同时与硬件组做好沟

通，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。

#### ④ 视觉工作:

对 2020 赛季的辅助射击算法进行研究与开发，主要内容包括装甲板识别、角度解算、移动预测以及串口通信。装甲板识别要求对目标装甲板识别准确率高，尽最大可能做到无误识别，对角度的解算不能有过分突变，与电控组确定识别相关策略和串口通信协议，要充分考虑一切可能情况并做好应对。要对 2019 赛季不合适的算法进行改进，更改识别方式，使用性能更优的识别算法。对于开发的算法于不同环境下进行充分的测试，尽一切可能保证算法的安全性及稳定性。

依据分工保证专人对应专项任务，如果在工作期间有人缺席无法参加调试，会临时从其他组抽调人员暂时参与开发以保证总体进度符合时间规划要求。

### 3. 资金评估

分类	预算
机加工件	800
标准件	500
铝材	700
3D 打印	300
官方物资	5200
传感器	800
电控部分	800
视觉部分	6500
玻璃纤维	500
其他	800
<b>总预算</b>	<b>16900</b>

表 2.1-1 资金评估

### 4.大致规划整个赛季的时间节点

时间规划	任务安排	人员分工
------	------	------



<p><b>2019年11月1日-11月15日</b></p>	<p>根据 RoboMaster2020 年的新规则，讨论步兵机器人的赛场定位，提出功能需求</p>	<p>杜昊楠，屈绍宇，王怡云</p>
<p><b>2019年11月16日-12月10日</b></p>	<p>完成步兵机器人底盘零件的出图，报价和采购流程，完成了第一版步兵机器人的标准件采购。</p>	<p>杜昊楠</p>
<p><b>2019年12月11日前-12月20日</b></p>	<p>完成步兵机器人的底盘装配。并交由电控组进行底盘调试，同时机械组完成第一版步兵云台出图</p>	<p>杜昊楠 屈绍宇</p>
<p><b>2019年12月21日-1月5日</b></p>	<p>电控组对新底盘进行测试，并且对电流检测以及超级电容进行测试。同时机械组完成第一版步兵云台装配。</p>	<p>杜昊楠 屈绍宇</p>
<p><b>2020年1月6日-1月15日</b></p>	<p>完成云台底盘结合。对新步兵进行功能上的测试，比如能否飞坡，以及上桥速度等</p>	<p>杜昊楠 屈绍宇</p>
<p><b>2020年1月16日-2月2日</b></p>	<p>根据第一版步兵存在的问题，进行第二版步兵机械设计，电控组对代码进行调整同时不断调试。</p>	<p>杜昊楠 屈绍宇</p>
<p><b>2020年2月3日-2月15日</b></p>	<p>完成第二版步兵所需物品的报价和购买，在物资到达后完成第二版步兵机器人的装配</p>	<p>杜昊楠</p>

2019年11月1日- 2020年2月15日	视觉组代码构建，并进行单独的装甲板识别，角度解算及完善串口通信。	王怡云
2020年2月16日- 2月29日	电控组调试第二版步兵，测试云台稳定性，发弹延迟，小陀螺等稳定性。	杜昊楠 屈绍宇
2020年3月1日- 3月31日	视觉组，电控组联调。对视觉预测，自动瞄准以及能量机关的识别和打击进行调试。机械组日常维护，部分机构的迭代。	王怡云 屈绍宇
2020年4月1日- 分区赛前	进行训练，发现问题并结合3个组的力量解决。	杜昊楠，屈绍宇，王怡云

表 2.2-2 时间节点

## 5.分析小结

步兵	需求	改进方向	资源需求	耗时评估/周	资金
云台	增加云台稳定性，减少抖动	1.优化PID算法，减少抖动 2.云台电机升级为6020电机	6020电机，陀螺仪，玻璃纤维，打印件，紧固件	5	4000

底盘	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.提高底盘速度</li> <li>2.提高小陀螺情况下的稳定性</li> <li>3.提高底盘功率限制精度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.超级电容</li> <li>2.增加电流检测模块</li> <li>3.导电滑环</li> <li>4.定制小减速比的 3508 电机</li> </ul>	改装 3508 电机； 铝方管，玻璃纤维，紧固件，定制件，电控组测试	4	5000
发射机构	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.摩擦轮转速稳定</li> <li>2.提高发弹射频</li> <li>3.发弹不卡弹，弹道稳定</li> </ul>	摩擦轮使用去掉减速箱的 3508 电机	改装 3508 电机， 2006 电机，摩擦轮，打印件	4	1400
能量机关	要求能准确击打	算法稳定性测试与优化，算法的实时性和速度优化	摄像头	6	500
自动射击	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.图像处理算法对所摄取图像进行处理</li> <li>2.捕捉图像坐标转化为云台偏转角度</li> <li>3.自动识别打击系统上进行运动预测</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.采用多线程方式</li> <li>2.算法速度优化，更具有实时性</li> <li>3.与电控分别独立完成预测代码并测试，择优选择</li> </ul>	摄像头，NUC	6	6000

表 2.2-3 分析小结

## 2.2.2 英雄机器人

### 1. 规则、需求、功能分析

#### 1. 功能分析

与上赛季相比，本赛季英雄机器人初始血量降低 100，底盘功率降低 20W。新增的性能点机制，可选择性提高英雄性能，英雄从上个赛季升级时全方面性提高到本赛季操作手自主选择性提高，增加了比赛进程不确定性和机器人差异性，考验操作手的临场局势判断能力和对机器人性能的把控力。另外上赛季固定在英雄机器人上的小弹丸发射机构在本赛季可以安装到除哨兵以外的其它地面机器人上。由于场地机关的变化较大，所以对英雄机器人的设计提出了更高要求。稳定的悬挂结构和强劲有力的动力系统，可以使英雄在战场上来去自如，响应迅速的云台结构、精准的大弹丸发射结构以及成熟的自瞄系统可以增强英雄的火力输出，提高弹丸交接的速度以及准确度，以确保英雄可以快速加入战斗。

## **2. 需求分析**

### **(1) 机械方面**

① 将整体机械结构轻量化的同时必须保证其具备很高的强度，以适应复杂多变的战场情况，保证其在激烈的对抗中可以全身而退；

② 优化底盘结构，尤其是底盘的悬挂结构，一个好的悬挂结构可以使英雄在复杂的赛场中全身而退；

③ 快速，准确的弹丸补给系统，使英雄快速接受工程机器人的补给，迅速参与到战斗中；

④ 使用下供弹结构可以有效减少发弹延时，使得英雄火力输出更加强劲。

### **(2) 电控方面**

① 优化底盘功率限制算法，合理利用缓冲能量；

② 云台 PID 参数调整，加快云台的响应速度，增强稳定性，为后期配合视觉辅助瞄准做好基础；

③ 根据操作手习惯更改相应参数以及控制方式，以带来更好的人机交互体验；

④ 优化枪口热量限制，确保英雄在火力输出时，不会因超热量扣血。

### **(3) 视觉方面**

① 保证摄像头的视野，镜头前方无遮挡，并且方便拆卸，不会因英雄大弹丸的发射所产生的震动而影响相机的稳定；

② 优化识别算法，英雄发射的精准性极其重要，英雄视觉的一切工作都要以保证识别的稳定性为前提，在单一的灯条识别算法下增加数字识别，从而为装甲识别在增加一层保障。

③ 增加移动预测，使英雄具备击打移动目标的能力。

④ 增加滤光片和更换相机。

## 2.主要工作内容和方向

### 1. 机械方面

#### ① 精简设计结构

19 赛季结构设计较为臃肿，使得整车重量过大，底盘运动没有取得预想的效果，所以在本赛季精简车体结构。

#### ② 采用下供弹结构

19 赛季采取的上供弹结构，因为结构的限制导致发弹延时长，射击精准度低，本赛季采用下供弹结构，在保证云台强度的同时减小云台体积，利于电控组云台的控制。

#### ③ 规划云台布局

合理放置云台上图传，摄像头，NUC，以及主控板，减少 Pitch 轴电机所受压力；

#### ④ 规范测速安装方式

规范测速模块安装方式，降低因测速模块安装不规范对大弹丸弹道的影响，使弹道更稳定；

### 2. 电控方面

#### ① 规范代码书写格式

19 赛季的代码书写极为不规范，代码无注释，变量命名随意，导致程序的可读性低，所以今年统一代码的书写格式及整体的程序架构，方便他人快速阅读修改程序；

### ② 更新动力系统

本赛季硬件组的首要任务就是完成测试超级电容方案，英雄机器人有了超级电容的加持才能在战场上驰骋；

### ③ 规范化布线

19 赛季因为布线乱的问题，导致比赛中意外事故频发频出，所以布线的规范性问题急需解决，预计购置一台压线机，所有需要连接的线都根据自己的需求压制；

### ④ 增加弹道预测功能

与视觉组联调，增加大弹丸的命中率，提高英雄机器人在赛场上的输出能力。

## 3. 视觉方面

### ① 优化识别算法

19 赛季视觉识别不稳定，除光照问题外，算法的鲁棒性不足也是一很大因素，并且识别的距离也不是很稳定，单目测距存在误差，在使用滤光片的基础上修改识别算法，在不同环境下进行测试，增加识别的鲁棒性；

### ② 尝试使用滤光片和更换相机

本赛季由于场地光照原因存在光照条件变化导致无法识别的问题，因此 2020 赛季计划为英雄视觉镜头前增加滤光片，从而降低因光照环境变化所带来的对视觉识别的影响。上一赛季使用的是卷帘快门的工业相机，对于快速移动的目标识别很不利，故 2020 赛季计划更换为全局快门的工业相机。

### ③ 增加预测算法

在 2019 赛季上的电控预测效果不是很显著，2020 赛季计划添加视觉预测算法，最终成果要求可以及时跟随敌方的动作并进行有效的击打；

### 3. 资源、人力、资金评估

#### 1. 资源需求

① 场地需求：42mm 弹丸弹道测试、爬坡、越障、对抗、交接补弹、救援等性能测试场地。

② 物资需求：实现完整机器人结构功能的物资，包括机械方面的板材、铝方管、打印件、螺栓螺母，定制件等；电控方面的电机电调、电路板、官方电池、陀螺仪、各种线材等；视觉方面的 NUC、摄像头等。

#### 2. 人力需求

##### ① 人员分配

机械组：高世博

电控组：马昕

视觉组：叶宏庆

##### ② 机械组分工

需要完成对英雄机器人的结构设计，并进行软件分析及优化，完成相关零件的设计加工及装配，并在后续电控组和视觉组调试时完成维护的工作，观察当前英雄机器人出现的问题，记录并分析结果，尽快给出下一代迭代改进方案。

##### ③ 电控组分工

硬件组负责电路的设计，印制，元器件采购，焊接，板子的维护，电控组负责整车控制代码的编写，以及后期对代码进行精简、整理和维护，不断优化云台 PID 提升云台的动态性能，完善底盘解算。

##### ④ 视觉组分工

2020 赛季辅助射击算法研究与开发的主要工作包括装甲板识别、角度解算、移动预测以及串口通信。最首要任务是装甲板识别对视野内目标具备高目标识别

率，并利用装甲识别与数字识别相结合将误识别尽一切可能降至零；测试不同种类与型号的滤光片和相机，选择出最适宜于视觉识别的自瞄设备；添加视觉移动预测，对于移动目标同样具备精准打击能力。最后要对于开发的算法进行充分的测试，对于英雄机器人要尽一切可能保证算法的安全性性与稳定性，避免意外情况的发生。如果在工作期间负责人缺席无法参加调试，会临时从其他组抽调人员暂时参与开发以保证总体进度符合时间规划要求。

### 3. 资金需求

物资需求	资金预估
机加工件	600
标准件	300
型材	200
动力系统	5000
官方物资（除动力系统）	1500
传感器	500
电控单元	1000
视觉单元	5000
测试场地	200
其他	1000
<b>总预算</b>	<b>15300</b>

表 2.2-1 资金需求



#### 4.大致规划整个赛季的时间节点

时间规划	任务安排	人员分工
2019年11月1号到 2019年11月15号	评估英雄的场上战略地位，并且完成初步下供弹的机械设计，提前写电控代码以及视觉代码。	高世博，马昕， 叶宏庆
2019年11月16号到 2019年11月30号	完成底盘以及云台的机械设计	高世博
2019年12月1号到 2019年12月20号	完成英雄整体的机械结构设计，队内方案评审以及讨论可行性，提出意见并修改图纸细节问题，报价和采购流程完成。与其他组讨论机器人元件的布局。并完成第一版英雄机器人的标准件采购。	高世博，马昕， 叶宏庆
2019年12月21号到 2019年1月10号	完成第一版英雄机器人的装配	高世博
2020年1月11号到 2020年1月19号	英雄机器人进行功能测试，减震性能测试、以及上桥速度等。并对出现的问题进行解决。	高世博，马昕
2020年1月20号到 2020年2月8号	根据第一版英雄存在的问题，进行第二版英雄机械设计，电控组对代码进行调整同时不断调试。	高世博，马昕

2020年2月9号到 2020年2月21号	完成第二版英雄所需物品的报价和购买，在物资到达后完成第二版英雄机器人的装配	高世博
2019年11月16日到 2020年2月21日	视觉组代码构建，并进行单独的装甲板识别，角度解算及完善串口通信。	叶宏庆
2020年2月22号到 2020年3月4号	电控组调试第二版步兵，测试云台稳定性，发弹延迟，大陀螺等稳定性。	高世博，马昕
2020年3月5号到 2020年3月31号	视觉组，电控组联调。对视觉预测，自动瞄准以及能量机关的识别和打击进行调试。机械组日常维护，部分机构的迭代。	高世博，马昕， 叶宏庆
2020年4月1号到 分区赛	进行训练，发现问题并解决。操作手进行对抗、协作等战术训练（与步兵机器人对抗，与工程练习补弹）等。	高世博，马昕， 叶宏庆

表 2.2-2 时间节点

## 5.分析小结

英雄	需求	改进方向	资源需求	耗时评 估/周	资金
----	----	------	------	------------	----

云台	增加云台稳定性，减少抖动	1.优化 PID 算法，减少抖动 2.云台电机为 6623 电机	6623 电机，陀螺仪，玻璃纤维，打印件，紧固件	4	4500
底盘	1.提高底盘速度 2.提高小陀螺情况下的稳定性 3.提高底盘功率限制精度	1.超级电容 2.增加电流检测模块 3.新导电滑环 4.定制小减速比的 3508 电机	改装 3508 电机；铝方管，玻璃纤维，紧固件，定制件，电控组测试	5	3500
发射机构	1.摩擦轮转速稳定 2.提高射频 3.拨弹不卡弹，弹道稳定	摩擦轮使用去点减速箱的 3508 电机	3508 电机摩擦轮电机，2006 电机，摩擦轮，打印件	4	2000
自动射击	1.图像处理算法对所摄取图像进行处理 2.捕捉图像坐标转化为云台偏转角度 3.自动识别打击系统上进行运动预测	1.采用多线程方式 2.算法速度优化，更具有实时性 3.与电控分别独立完成预测代码并测试，择优选择	摄像头，NUC	6	5300

表 2.2-3 分析小结

## 2.2.3.工程机器人

### 1. 规则、需求、功能分析

#### 1. 功能分析

在 2019 赛季 RoboMaster 机器人大赛中，战队设计的工程机器人整体功能实现上基本符合要求，但与强队差距仍有较大，如：在获取大弹丸上我们所用时间较长，且取弹效率不高，在连取弹丸方面存在缺陷，一方面是在设计上有所疏忽，另一方面，也反映出我们在上个赛季对工程机器人的测试不够，导致了工程机器人在赛场发挥欠佳。我们根据今年对比赛规则的分析，在工程机器人上增加了发射机构，毫无疑问这将对工程机器人的大幅度增强，也使得工程变成了战场上的一个不亚于三级步兵的火力输出点，无论是在团战还是单兵作战都会发挥出意想不到的效果，使得比赛的竞技性与观赏性大幅度提高，至此工程机器人也从上赛季的辅助型机器人一跃成为战场上强有力的输出型机器人，与此同时也是对设计者的重大挑战。

#### 2. 需求分析

##### (1) 机械方面

① 为了提高工程移动速度，节省在取弹路上的时间，设计者需设计全新的底盘结构以达到轻量化的目标，实现从启动区出发，3s 到达小资源岛开始对位；

② 在上一赛季中工程组的主要矛盾为战队日益增长的取弹速度需求同落后的“取弹设计”的矛盾，因此需设计出取弹速度快，结构稳定的取弹结构，实现底盘不动抓取三个弹药箱；

③ 工程机器人的救援能力效率低出错率高也是战队的一大痛点，在比赛的过程中需要操作手的“佛系对位”来进行救援，便于操作手控制的救援结构的设计也已迫在眉睫；

④ 根据新赛季的规则，我们将 17mm 弹丸发射机构安装在工程机器人上，

使其成为一辆没有功率限制的“武装装甲车”，这也要求设计者将其设计得更加灵活，使其在其它功能稳定发挥的同时，也能作为战场上强有力的火力输出点：

⑤ 由于工程机器人增加 17mm 弹丸发射机构，这要求工程机器人预留出更大的空间来放置发射机构和取弹结构，因此我们需要将工程机器人的设计更加合理化，布局更加规范化。

## （2）电控方面

① 代码框架需要优化，外置模块急需集中整理。工程机器人不同于步兵和英雄，他拥有众多的外部模块（如红外传感器，限位开关），造成工程代码结构与步兵英雄明显区分。同时，线路排布也是工程的一大问题，今年力求把工程的线做到简洁，方便排查问题：

② 底盘控制代码优化。提高移动速度的同时能让操作手自行调节 DPI，19 赛季的工程机器人只有单一模式的速度，不能满足不同任务对速度的需求。如在取弹时因移动速度过快精度不高而造成反复对位浪费时间：

③ 需要保证发射机构的稳定性。想要精准打击必须保证发射机构稳定性强，只有这样才能让工程搭载的发射机构做到有效的输出：

④ 翻转机构采用双电机共同驱动。在去年单电机翻转结构中，由于扭矩不足，造成夹住弹药箱翻转爪子时，弹药箱容易倾斜一定角度，从而卡在凹槽中，导致弹药箱无法从凹槽中取出。所以 20 赛季选择双电机驱动翻转机构，增大扭矩能更快完成取弹动作。

## （3）视觉方面

① 摄像头、滤光片以及计算平台选型；

② 以去年技术为基础为发弹机构添加辅助瞄准；

③ 保证摄像头视野前无遮挡，工程功能的实现与自瞄系统无干涉；

④ 添加视觉预测算法提高的命中率。

## 2. 主要工作内容和方向

### 1. 机械方面

#### ① 模块化设计

机械设计上采用更高层次的模块化设计，便于机械组员的拆装和修理，节约时间，提高效率，不断优化结构，争取轻量化和性价比高的目标；

#### ② 避震器选型与测试

减震选型不正确，导致避震器经常断裂。在购买避震器之前使用软件分析飞坡跌路测试，进行避震器部分的强度校核，并增大避震器的资金投入。购买更结实的避震器；

#### ③ 更换迈轮联轴器材质

由于迈轮联轴器采用的是铝合金材质，强度与耐磨性不够。导致联轴器发生塑性变形以及 D 型孔磨损，使电机与联轴器周向固定不结实，所以今年将联轴器的材质改为 45 钢；

#### ④ 更改防撞方式

外壳易破损。防撞采用钣金件，外壳使用 2mmpc 板，且放置于防撞钣金件内部，避免碰撞导致破损；

⑤ 设计小巧的云台，在有限空间内把云台做灵活，用以搭载小弹丸发射机构。

### 2. 电控方面

#### ① 规范化布线

19 赛季布线太乱不规范，部分插头别着劲，导致场中出现为题，而且很难排查，20 赛季预计购置一台压线机，所有连接线根据需求自己压制；

#### ② 统一代码架构

代码结构混乱，而且书写格式不规范，导致其中一个车的电控负责人临时有

事，其他人并不能接上，所以今年统一了代码书写格式，并且由组长牵头整组统一书写一个适用于所有车的代码架构；

### ③ 一键对位与取弹

设计更多的集成控制方式，比如一键取弹完成获取多个弹药箱的弹药，辅助对位完成与英雄对接补给和取弹。方便操作手操作。

### ④ 优化 PID 参数

优化云台 PID 算法及参数，使云台的响应更加的快速稳定；

## 3. 视觉方面：

### ① 设计编写识别算法

以 19 赛季的视觉识别技术为基础，并在程序的稳定性、对不同环境的抵抗性上设计新的方案做出进一步的优化提高。并在基础上添加预测算法，使工程机器人拥有准确击打移动目标的能力。

### ② 滤光片和相机的选型与测试

由于工程的机械机构和所要实现的功能都比较复杂，所以要选择一款体型较小，功能稳定的相机和适宜的滤光片。

## 3. 资源、人力、资金评估

### 1. 资源需求

① 场地需求：17mm 弹丸弹道测试、爬坡、越障、对抗、救援等性能测试场地。

② 物资需求：实现完整机器人结构功能的物资，包括机械方面的板材、铝方管、打印件、螺栓螺母、定制件、一系列气动元件等；电控方面的电机电调、电路板、官方电池、陀螺仪、各种线材等；视觉方面的 NUC、摄像头等；以及 2020 赛季的官方裁判系统。

### 2. 人力需求

### ① 人员分配

机械组：马贺，艾宇轩

电控组：郝人杰，赵乙澍

视觉组：解佳朋，叶宏庆

### ② 机械工作

工程机器人相比较于其他兵种的机器人对自动化程度要求更高，许多功能的实现需要多个方面的测试，因此需选择有责任心的队员担任，且测试过程中花费的时间也更多，需要付出更大的努力去掌握基本工具的使用，学习气动知识以及气路设计方面的知识，且在工程机器人设计中采用模块化的设计思路，将项目模块化分别测试，以达到效率的最大化。

### ① 电控工作

电控组负责书写整车的控制代码，以及对代码的精简、整理和维护，不断优化云台 PID，提升云台的动态性能，完善底盘解算，。另外还要熟悉电机的闭环控制，气路设计，且能够优化代码框架，及时找出问题根源。有电路排布经验，方便焊接和维护。

### ④ 视觉工作

视觉组的任务是为今年计划安排在工程机器人上的移动 17mm 发弹机构添加辅助瞄准系统。要设计出一套能快速、稳定的准确识别敌方装甲板的辅助瞄准系统，并在基础识别的基础上进行稳定优化，编写通信协议与电控部分进行串口通信，添加对于移动物体的移动预测，做到可以准确打击静止以及移动的目标。

## 3. 资金需求

下面为工程机器人在分区赛之前的花费情况

物资需求	资金预估
3D 打印	400



官方物资（含动力系统）	3000
机加工件	2000
电控单元	1500
传感器	400
视觉单元	5500
碳纤维板	2200
其他	3820
<b>总预算</b>	<b>18820</b>

表 2.2-1 资金需求

#### 4.大致规划整个赛季的时间节点

时间规划	任务安排	人员分工
<b>2019年11月1日到 11月15日</b>	根据 RoboMaster2020 年的新规则，讨论工程机器人的赛场定位，提出功能需求，将任务细分。	郝人杰，赵乙澍，马贺，艾宇轩
<b>2019年11月16日到 11月26日</b>	完成工程机器人抓取机构零件的出图，报价和采购流程，完成了第一代工程机器人的标准件采购。	马贺，郝人杰

<p><b>2019年11月27日到 12月3日</b></p>	<p>完成工程机器人的抓取机构的装配。机械与电控组联调，并进行抓取机构测试。</p>	<p>马贺，艾宇轩，郝人杰，赵乙澍</p>
<p><b>2019年12月4日到 12月21日</b></p>	<p>机械设计第一版工程底盘和救援机构。队内方案评审，采购底盘和救援机构所需物资，完成底盘和救援机构的装配。</p>	<p>马贺，艾宇轩，郝人杰，赵乙澍</p>
<p><b>2019年12月21日到 1月5日</b></p>	<p>由电控组测试底盘性能，制作工程外框架</p>	<p>马贺，郝人杰，赵乙澍</p>
<p><b>2020年1月6日- 1月15日</b></p>	<p>机械完成工程外框架、抓取机构和底盘的结合，对新工程进行功能上的测试。</p>	<p>马贺，郝人杰</p>
<p><b>2020年1月16日- 2月10日</b></p>	<p>根据第一版工程的缺陷分析，设计第二版工程，该版工程有发射机构和输弹机构。电控组对代码进行合理调整同时不断调试第一版工程。</p>	<p>马贺，艾宇轩 郝人杰</p>
<p><b>2020年2月10日- 2月29日</b></p>	<p>完成第二版工程所需物品的报价和购买，在物资到达后进行组装。</p>	<p>马贺 郝人杰</p>
<p><b>2019年11月1日- 2020年2月15日</b></p>	<p>视觉组代码构建，并进行单独的装甲板识别，角度解算及完善串口通信。</p>	<p>解佳朋</p>

2020年3月1日-3月10日	电控组调试第二版工程，测试抓取机构和云台稳定性，发弹延迟。	马贺，艾宇轩 郝人杰
2020年3月10日-3月31日	视觉组，电控组联调。对视觉预测，自动瞄准和打击进行调试。	解佳朋 郝人杰
2020年4月1日-分区赛前	在训练过程中发现问题，并对工程机器人进行优化。	马贺，艾宇轩， 郝人杰，赵乙澍， 解佳朋

表 2.2-2 时间节点

## 5.分析小结

工程	需求	改进方向	资源需求	耗时 评 估/周	资金
取弹结构	增加取弹机构灵活性，能同时取三个弹药箱	优化机械结构，使其灵活耐用	3508/3510 电机，玻璃纤维，打印件，紧固件，气瓶，电磁阀	5	4400
云台	增加云台稳定性，减少抖动	1.优化 PID 算法，减少抖动 2.云台电机使用 6020 电机与 6623 电机	6020 电机，6623 电机，陀螺仪，玻璃纤维，打印件，紧固件	5	3500

供弹结构	供弹结构采用更灵活的设计，增加稳定性	不断提高供弹的效率	气缸，打印件，电磁阀	5	3700
底盘	底盘结构采用气缸减震系统增强减震的稳定性	底盘轻盈且运动过程中可以适应多种地形	气缸，打印件，电磁阀，3508 电机等	5	3000
救援机构	更新的救援机构	提高救援效率	电磁阀，打印件，气缸	3	2800
发射机构	设计出机械结构更完善的发射机构	摩擦轮使用去掉减速箱的 3508 电机	改装 3508 电机，2006 电机，摩擦轮，打印件	5	1820

表 2.2-3 分析小结

## 2.2.4 哨兵机器人

### 1. 规则、需求、功能分析

#### 1. 功能分析

相对于 19 赛季，底盘功率增加了 10W，并且轨道改为直轨，哨兵独轮设计 30W+200J 缓冲足以让哨兵在轨道上以很快的速度移动，并且哨兵由上赛季的击杀敌方单位回血改为本赛季的对敌方单位造成伤害回血，这无疑增强了哨兵的防御能力。优化底盘程序，在对射与逃跑之间做好取舍。哨兵机器人作为守护基地

的最后一道防线，打击和防御都十分重要。今年规则新加入了前哨站元素，增加了哨兵的安全性，同时也要求哨兵具有较远（大致 8 米）的稳定识别能力，自动打击部分有上个赛季留下来的经验，本赛季加以改进要提高识别率（8 米范围内准确识别敌人装甲板）、增加稳定性（排除灯光的影响）。相对于 19 赛季哨兵最大的改进是多增加一个云台，且初始尺寸改为 500\*600\*800 或 800\*500\*600，重量上限提升至 15kg，经过分析，我们为 2020 年哨兵制定了以下三种方案：

尺寸	云台位置	云台作用	技术要求
500*600*800 或 800*500*600	单云台	360° 扫描地面单位	机械：单供弹链路。 视觉：采用广角与长焦双高速摄像机切换扫描与打击地面单位
500*600*800	一上一下	下面云台防守地面单位，上面云台反导	机械：双云台，双供弹链路。 视觉：采用高速摄像机识别飞镖，并进行弹道预测。同时处理两个相机的数据。
800*500*600	一前一后	两个云台分别负责前、后的巡逻，提高巡逻效率，并且防止哨兵腹背受敌。	机械：双云台，双供弹链路。 视觉：同时处理两个相机的数据

表 2.2-1 哨兵三种方案

## 2. 需求分析

### (1) 机械方面

- ① 整体机械结构轻量化，以保证可以在遭受攻击时可以快速移动躲避攻击；
- ② 优化快拆结构，使安装与拆卸更加简易方便，以节省宝贵的三分钟准备

时间；

- ③ 更改供弹机构，顺滑不卡弹的供弹机构是哨兵火力输出的基本保障；
- ④ 优化云台 Pitch 轴配重，使云台前后平衡，便于电控控制；
- ⑤ 规范化测速机构安装方式，从而解决因测速模块固定不稳而导致子弹散布范围大的问题。

#### (2) 电控方面

① 扩充哨兵底盘运动模式，使其在受到攻击时可以快速无规则躲避，“风骚”的走位是哨兵在战场上生存下来的最基本保障；

② 稳定摩擦轮转速，降低因摩擦轮降速而引起的弹道散布，精准的打击精度是哨兵火力输出的基本保障；

- ③ 自动反击与防御性规避的取舍控制。

#### (3) 视觉方面

① 为保护没有反击能力的前哨站，哨兵需要远距（8m）识别敌方目标，并对其进行精确打击；

② 为使哨兵分清敌方来犯兵种，并以此来判断攻击优先级，需要对装甲板进行数字识别；

③ 为对目标进行精确打击，需要对其进行一定的位置预测，以弥补发射及弹道延时，并对目标机器人姿态进行识别，即反“陀螺”；

- ④ 为保证其在赛场上稳定发挥，需增强其鲁棒性以保证其适应不同的场景；

- ⑤ 如果有余力会对反导进行优化；

- ⑥ 优化预测算法提高对于移动目标的命中率。

## 2.主要工作内容和方向

### 1. 机械方面

- ① 底盘设计过于累赘，濒临超重，并且移动缓慢，将机械结构设计轻量化，更利于快速移动；
- ② 更新快拆结构使其更容易安装与拆卸，节省宝贵的三分钟准备时间；
- ③ 配平云台重量，减少电机所受压力；
- ④ 19 赛季弯管采用打印件，精度过低，阻力太大，子弹流动不流畅，易发生卡弹现象，本赛季更换供弹方式供弹机构；
- ⑤ 更换测试模块安装方式，稳定弹道；
- ⑥ 充能片没有水平安装，子弹亮度低，更改充能片安装方式，提高子弹亮度；
- ⑦ 在保证单云台可稳定的基础上，研发双云台。

## 2. 电控方面

- ① 19 赛季哨兵运动方式单一，底盘功率利用率低，极容易被击杀，本赛季将优化电流闭环算法，并扩充哨兵底盘运动模式，使其在受到攻击时可以快速无规则躲避；
- ② 代码结构混乱，而且书写格式不规范，导致其中一个车的电控负责人临时有事，其他人并不能接上，所以今年统一了代码书写格式，并且由组长牵头整组统一书写一个适用于所有车的代码架构；
- ③ 检测两侧支撑柱的传感器不灵敏，容易撞两侧轨道支撑柱。对传感器重新选型并测试。

## 3. 视觉方面

- ① 添加使用滤光片，优化识别算法

19 赛季视觉识别效果受灯光影响较大，造成程序稳定性不高。一方面是由于未使用滤光片，曝光效果和程序参数受场地灯光变化影响较大，因此 20 赛季计划在镜头前添加滤光片作为辅助手段；另一方面则是程序的识别算法存在局限

性，对场地灯光要求太严格，因此 20 赛季要从提高程序的鲁棒性入手，现将视觉识别做的更稳定，减轻受环境变化的影响：

② 添加装甲板数字识别，以区分敌方兵种种类，判断攻击优先级

由于哨兵子弹数量有限，因此的击打的准确性变得尤为重要。19 赛季仅对装甲灯条进行识别存在着一定的误识别几率，在某些特殊灯光条件下存在较大的误识别率，在此基础添加数字识别，为程序的准确识别多添加一层保障，并可针对某些兵种进行针对打击；

③ 添加移动目标预测和姿态判断；

19 赛季由于的移动预测由电控部分来完成但是预测效果并不理想，20 赛季计划由视觉部分来完成移动预测。随着“陀螺”的逐渐普及，视觉的打击也逐渐变得困难，因此在 20 赛季要为哨兵机器人添加反“陀螺”机制，提高哨兵机器人的命中率。

④使用广角摄像头进行扫描，长焦摄像头进行打击。

因长焦摄像头的视角较小因此为哨兵添加广角摄像头用于大范围扫描，提高哨兵机器人的扫描面积，但是广角摄像头识别距离较短，畸变较大，因此在广角镜头大致识别到目标是切换至长焦摄像头进行准确识别，角度结算，进行准确打击。

### 3. 资源、人力、资金评估

#### 1. 资源需求

① 场地需求：17mm 弹丸弹道测试、辅助瞄准、测试场地；

② 物资需求：实现完整机器人结构功能的物资，包括机械方面的板材、铝方管、打印件、螺栓螺母，定制件等；电控方面的电机电调、电路板、官方电池、陀螺仪、各种线材等；视觉方面的 tx2、摄像头，滤光片等。

#### 2. 人力需求



### ① 人员分配

机械组：夏丹青 李文飞

电控组：李印超

视觉组：解佳朋

### ② 机械工作

熟练使用软件绘制图纸，会用软件进行应力分析，熟练查阅机械设计手册，对加工工艺有所了解。需要完成对哨兵机器人的结构设计，并进行软件分析及优化，完成相关零件的设计加工及装配，并在后续电控组和视觉组调试时完成维护的工作，观察当前步兵机器人出现的问题，记录并分析结果，尽快给出下一代迭代改进方案。

### ③ 电控工作

熟练使用 MDK5，CubeMX 以及 FreeRTOS，具有良好的 C 语言编程能力，具有 PID 调参经验。掌握卡尔曼滤波算法，对目标进行预测打击。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 PID,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；同时与硬件组做好沟通，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。

### ④ 视觉工作

对 2020 赛季的辅助射击算法的研发任务主要包括目标识别、数字识别、角度解算、移动姿态识别以及串口通信，并对所选滤光片进行大量测试，选择出最优的类型。目标识别要求双相机进行快速准确切换，并稳定打开，进行高准确率识别目标装甲板，并在常规识别的基础上添加数字识别，在提高准确度的同时有针对性的进行打击，识别地方运动状态，添加移动预测和姿态识别，提高打击准确度，并在程序设计时要充分考虑所要面对的情况做好应对，并在算法完成后与电控部分联调进行大量测试，提高程序的安全性。

### 3.资金评估

下面为工程机器人在分区赛之前的花费情况:

物资需求	资金预估
机加工件	1200
标准件	500
3D 打印	230
官方物资	3600
传感器	500
电控单元	300
视觉单元	4500
测试场地	300
其他	250
<b>共计</b>	<b>11380</b>

表 2.2-1 资金评估

### 4.大致规划整个赛季的时间节点

时间规划	任务安排	人员分工
------	------	------

2019年10月1日到 10月15日	总结上年问题,进行新一年的构思	夏丹青,李印超
2019年10月15日到 10月30日	尝试构建新的供弹机构图纸	夏丹青
2019年10月31日到 11月15日	根据 RoboMaster2020 年的新规则,讨论哨兵机器人的定位,提出功能需求	夏丹青,李文飞,李印超,解佳朋
2019年11月16日到 11月30日	新版云台出图,进行材料采购,并组装。	夏丹青,李文飞
2019年12月1日到 12月15日	测试新版云台,同时进行第一版的底盘图纸绘制	夏丹青,李文飞,李印超
2019年12月16日 到12月25日	底盘出图,并进行物资采购。	夏丹青,李文飞
2019年12月26日 到1月15日	组装第一版哨兵,并进行电控调试,例如底盘运动对云台的影响,底盘移动速度,底盘工作模式测试。	夏丹青,李文飞,李印超

2020年1月16日到 1月31日	回家修改第二版图,并且视觉准备代码,电控完善代码	夏丹青,李文飞,李印超,解佳朋
2020年2月1日到 2月15日	组装第二版哨兵,同时电控和视觉进行第一版哨兵的调试。	夏丹青,李文飞,李印超,解佳朋
2020年2月16日到 3月1日	第二版哨兵完成,进行电控调试,测试云台稳定性,发弹延迟等。	李印超
2020年3月2日到 3月30日	进行电控视觉联调,对自动识别打击进行测试	李印超,解佳朋
2020年4月1日到 分区赛	进行训练,在其中找寻问题,并解决	夏丹青,李文飞,李印超,解佳朋

表 2.2-2 时间节点

## 5.分析小结

工程	需求	改进方向	资源需求	耗时 评 估/周	资金
----	----	------	------	----------------	----

云台	<p>1.增强云台稳定性，增加响应速度。对目标进行预判；</p> <p>2.减小 YAW 轴和 PITCH 轴径向与轴向游隙，以保证云台控制精准；</p> <p>3.调整弹道，使之 5m 弹道最小包围半径在 20mm 以内；</p> <p>4.平衡云台前后重量。</p>	<p>1.尝试增量式 PID；</p> <p>2.优化滤波算法，完善卡尔曼滤波；</p> <p>3.尝试 ADRC 算法（具体看时间安排）；</p> <p>4.运用四连杆结构进行 P 轴与云台的固定。</p>	<p>电控组测试 6020 电机，陀螺仪，玻璃纤维，，打印件，紧固件</p>	5	4000
底盘	<p>1.提高底盘速度</p> <p>2.提高小陀螺情况下的稳定性</p> <p>3.提高地底盘功率限制精度</p>	<p>1.增加电流检测模块</p> <p>2.导电滑环</p> <p>3.定制小减速比的 3508 电机</p>	<p>改装 3508 电机；铝方管、玻璃纤维、紧固件、定制件</p>	4	5000
发射机构	<p>1.摩擦轮转速稳定</p> <p>2.提高射频</p> <p>3.拨弹不卡弹，弹道稳定</p>	<p>1.更改供弹结构</p>	<p>Snail 电机，420s 电调，2006 电机，摩擦轮，打印件</p>	4	1400
自动射击	<p>1.图像处理算法对所摄取图像进行处理</p> <p>2.捕捉图像坐标转化为云</p>	<p>1.采用多线程方式</p> <p>2.算法速度优化，更具有实时性</p>	<p>摄像头，NUC</p>	6	6000

	台偏转角度 3.自动识别打击系统上进行运动预测	3.与电控分别独立完成预测代码并测试，择优选择		
--	----------------------------	-------------------------	--	--

表 2.2-3 分析小结

## 2.2.5.空中机器人

### 1) 规则、需求、功能分析

#### 1. 功能分析

空中机器人是 RM 赛场具有独特优势的兵种，在 2019 赛季得到加强，在做到极致的情况下，空中机器人配合小能量机关，两次甚至一次打爆对面基地的场景也有可能发生。但是 2020 赛季空中机器人无疑上是被削弱了，能量上限提高至 300，相比于去年翻了两番，在没有资源岛增益的情况下起飞一次需要 3 分钟，并且第一次飞行子弹数量仅有 250 发。2020 赛季取消了第五块大装甲，空中机器人攻击地面单位的可能性更是难上加难。因此，目前分析看来，空中机器人的作用局限在攻击前哨站，尽早打破对方基地的无敌状态。更何况哨兵反导的需求使空中机器人也存在着被攻击的危险，因而增加了安装桨叶保护罩的需求。空中机器人限重提升至 15kg，尺寸提升至 1700mm\*1700mm，也是对动力系统的更高一步要求。

#### 2. 需求分析

##### (1) 机械方面

- ① 控制重心，尽可能减轻重量，保持飞行姿态平稳。
- ② 弯管流畅不卡弹，摩擦轮前限位保证子弹不会影响摩擦轮启动。
- ③ 云台前后配重，保证云台响应快速。
- ④ 护桨做好保护，保证不被其他机器人误伤导致炸机。

⑤ 提高弹道稳定性，减少拨弹系统的空弹率。

## **(2) 电控方面**

优化云台 PID 算法，调整各项参数，使空中机器人云台在机身晃动等不利条件下仍能保持稳定的状态，云台手可以实时控制，灵敏度高，反应时间短，实现云台稳定输出，成为对前哨站攻击的有效输出力量。

## **(3) 视觉方面**

提高装甲识别精度，因去年飞机飞行过程中与地面目标存在着一定的角度差，使用常规的装甲识别方式存在着很大缺陷，2020 赛季要求视觉部分要针对飞机的特点设计独特的更适用于飞机的识别方式，滤光片的使用以降低场地灯光的影响进而提高目标识别程序的鲁棒性。

# **2.主要工作内容和方向**

## **1. 机械方面**

- ① 使用软件仿真重心，在设计时把握飞机整体重心与云台重心。
- ② 弯管内壁摩擦光滑，保证内壁流畅不卡弹。
- ③ 桨叶做全封闭保护，运动仿真选取效率更优的桨叶。

## **2. 电控方面**

① 2019 赛季空中机器人云台代码在和裁判系统代码对接上存在逻辑错误，致使在高空状态下无法输出子弹，2020 赛季在云台基础功能实现的基础上充分验证逻辑性，好好把握每一次训练的机会，为前哨站提供有效攻击。

② 布置线路也是去年存在的一个弊病，空中机器人云台空间局限，电机，摩擦轮线路就较其他机器人难于整齐规划。今年在线路布置上结合以往的经验需要投入更多的精力，提高整齐美观性，出现问题时硬件便于检查和调整。

③ 代码结构混乱，而且书写格式不规范，导致其中一个车的电控负责人存在问题，其他人并不能短时间对接，所以今年统一了代码书写格式，并且由组长牵头整组统一书写一个适用于所有车的代码架构。

### 3. 视觉方面

辅助瞄准上对 2020 赛季的辅助射击算法进行研究与开发，主要内容包括装甲板识别、角度解算以及串口通信，以及针对飞机识别前哨与基地的自瞄系统设计。装甲板识别要求对目标装甲板识别准确率高，无误识别，对距离的解算不能有突变，对前哨和基地装甲采用特定的识别方式。要对 2019 赛季不合适的算法进行改进，设计更优的识别算法。对于开发的算法进行充分的测试，尽一切可能保证算法的安全性性与稳定性，避免意外情况的发生；

## 3) 资源、人力、资金评估

### 1. 资源评估

#### ① 场地需求

飞行测试场地必须保证安全性，地点必须保证具有安全保护网，GPS 定位准确，保证空旷无高层建筑物遮挡。在学校曹妃甸新校区地点定在东区第二个操场，地广人稀，四周设有安全网。

云台及云台弹道测试：测试场地应为室内静态吊装测试场地，周围设有挡板和网罩方便收集子弹；弹道测试场地：离地面约 0.8m，距离靶标 3~5m，使用铝件装配体支撑；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，和按照官方尺寸模拟搭建前哨站与基地，用以测试自瞄系统。

② 物资需求：实现完整机器人结构功能的物资，包括机械方面的板材、打印件、螺栓螺母、定制件等；电控方面的电机电调、电路板、官方电池、摩擦轮、各种线材等；视觉方面的 TX2、摄像头等；以及 2020 赛季的官方裁判系统。



## 2. 人力需求

### ① 人员分配

机械组：张博元

电控组：董长丽 李印超

视觉组：孙明辉

### ② 机械工作

需要完成对空中机器人的结构设计，并进行软件分析及优化，完成相关零件的设计加工及装配，并在后续电控组和视觉组调试时完成维护的工作，观察当前步兵机器人出现的问题，记录并分析结果，尽快给出下一代迭代改进方案。

### ③ 电控工作

电控组负责云台双轴和摩擦轮的控制，以及对代码的精简，整理和维护，不断优化云台 PID，提升云台的动态性能，以及摩擦轮在发射间隔的掉速控制，云台线路的合理布置等。硬件部分负责主控设计，印刷，元器件采购和后续焊接以及维护等工作。

### ④ 视觉工作

装甲、前哨和基地的识别。高精度辅助射击算法，不能有误识别，保证视觉算法的鲁棒性和安全，避免意外情况发生。

## 3. 资金评估

分类	预算
动力控制系统	15000 元
装配材料及其各种加工件	1700 元
GM6020 电机	1500 元
Snail 电机 摩擦轮	400 元

云台加工	200 元
硬件	6000 元
电池	12000 元
飞行控制+RTK	8000 元
<b>总预算</b>	<b>44800 元</b>

表 2.2-1 资金评估

#### 4.大致规划整个赛季的时间节点

时间规划	任务安排	人员分工
2019 年 11 月 1 日到 2019 年 11 月 15 日	认真分析 2020 赛季新规则，找好空中机器人在 RM2020 赛场上的定位，提出需求	张博元 夏丹青 董长丽 李印超
2019 年 11 月 16 日 到 2019 年 12 月 15 日	完成无人机整体机械设计，通过队内评审后，确定并选购空中机器人机身所需材料	张博元
2019 年 12 月 15 日 到 2019 年 12 月 31 日	机械完成无人机云台的制作，电控进行云台布线与调试。	张博元 董长丽
2020 年 1 月 1 日到 2020 年 1 月 16 日	机械完成无人机机架制作，电控进行机架布线。无人机机架试飞测试	张博元 董长丽

2020年2月3日到 2020年2月16日	完成云台机身结合。进行功能上的测试，如无人机试飞，飞行时发弹的弹道稳定性。	张博元 董长丽
2020年2月16日到 2020年3月31日	总结测试中遇到的问题 机械：进行无人机迭代和测试工作 电控视觉联合进行云台的调试工作，并对代码进行优化。	张博元 孙明辉 董长丽 解佳朋
2020年4月1日到 分区赛	进行训练，期间出现的问题一起想办法解决	张博元 孙明辉 李印超 董长丽

表 2.2-2 时间节点

## 5. 分析小结

无人机	需求	改进方向	资源需求	耗时 评估 /周	资金
云台	提高控制灵敏度，增强云台稳定性，减少抖动，精确控制云台角度	代码上减少逻辑错误，优化PID算法，功能上提高灵敏度，减少云台抖动，	GM6020 电机，玻璃纤维，打印件，紧固件，snail电机，摩擦轮	5	2100

机架	选材耐用，重心设计稳定	软件仿真模拟重心，尽可能减轻重量。	定制碳纤维板、碳纤维管、E2000动力系统、桨叶、Guidance、飞控	5	25000
自动射击	<p>1.对摄像头所拍摄的图像进行图像处理，能稳定识别到敌方装甲板。</p> <p>2.专门应对与基地和前哨设计新的识别算法，提高识别率，进而提高击打能力。</p> <p>3.将所得信息以串口通信形式发送至电控。</p>	减少装甲板误识别，增加弹道预测。	工业相机，tx2，滤光片	9	1200

表 2.2-3 分析小结

## 2.2.6 飞镖

### 1.规则、需求、功能分析

#### 1. 功能分析

飞镖系统由飞镖机器人和飞镖发射架组成，是 RM 在 2020 赛季中加入的新兵种，由于没有技术积累和成熟的方案可以借鉴只能自己不断摸索尝试。飞镖负责攻击前哨站和基地，具有强大的攻击力，它的结构较小较轻，易受到赛场上空气流的影响，因此对控制系统提出了很高要求。飞镖发射后会落在场地上，有可能被其它机器人碰撞或碾压，此外，飞镖击中目标时也会受到较大冲击，所以要做好缓冲及强度设计，避免飞镖损坏。飞镖依靠自带的视觉系统定位作用对象，通过舵面、螺旋桨、喷气等方式控制飞行方向，赛场上多变的状况提高了视觉系统的难度。导弹发射架需要稳定的云台来实现精确瞄准。虽然飞镖结构简单，但击中一次可拿下前哨或基地五分之一血量，是不容小觑的火力输出。

## 2. 需求分析

### (1) 机械方面

① 避免飞镖损坏，整体机械结构轻量化的同时还必须保证其具备很高的强度，尽可能减少撞击后损失；

② 结构设计上要使飞行尽量稳定，减小当时赛场上空气流的影响；

③ 发射架可以稳定发射飞镖。

### (2) 电控方面

① 优化代码使识别更加准确迅速，提高命中率；

② 需要在模拟场地经过反复测试，考虑多种影响（如灯光、气流等）改进代码；

③ 调节发射架云台 PID 使云台运动更稳定，便于飞手对发射架云台的操控，可使瞄准更精确；

④ 控制飞镖初速度使其不超过 18m/s（初速度上限）。

## 2. 主要工作内容和方向

### 1. 机械方面

- ① 在模拟赛场的场地上测试飞镖，通过分析实际打靶过程，改进飞镖结构；
- ② 通过优化结构设计减小场地气流对飞镖的影响，使其平稳飞行，同时减轻飞镖重量；
- ③ 在实现功能的前提下降低成本。

## 2. 电控方面

- ① 缩短识别判断的时间，及时调整飞行方向；
- ② 优化云台 PID 算法及参数，使发射架云台的响应更加快速稳定；
- ③ 规范代码，写清注释，使用统一的代码格式；
- ④ 模拟比赛现场，使飞镖进行瞄准打击，可在户外测试飞镖的精准度，根据实际情况调试代码。

## 3. 资源、人力、资金评估

### 1. 资源评估

- ① 场地需求：20 平米空旷场地，飞镖靶；
- ② 物资需求：3d 打印和 pp 泡沫板，主控板，舵机，直流电机，电调，电池。

### 2. 人力评估

#### ① 人员分配

机械组：张博元，何培岩

电控组：孙蒙蒙

#### ② 机械工作

飞镖制作，设计稳定的发射结构。

#### ③ 电控工作

负责对飞镖视觉识别、姿态控制和发射端云台控制的优化，以及后期对代码

的精简、整理和维护。

### 3. 资金评估

分类	预算
动力控制系统	400
装配材料。加工件	200
发射架云台	200
传感器	100
发射架 6020 云台电机	1600
飞镖机身	40
3d 打印件	50
<b>总预算</b>	<b>2690</b>

表 2.2-1 资金评估

### 4. 大致规划整个赛季的时间节点

时间规划	任务安排	人员分工
2019 年 11 月 1 日到 11 月 15 日	根据 RoboMaster2020 年的新规则，讨论飞镖的赛场定位，提出功能需求。机械组提交方案并开始图纸设计，电控组开始根据功能构思飞镖框架。	何培岩，张博元， 孙蒙蒙

<p><b>2019年11月16日</b> 到 <b>12月10日</b></p>	<p>完成机械部分制造，电控硬件开始调试和测试，机械组根据测试结果开始制作二代飞镖，优化识别稳定性和飞行姿态。</p>	<p>何培岩，张博元， 孙蒙蒙</p>
<p><b>2019年12月11日</b> 到 <b>12月20日</b></p>	<p>经过机械结构改良开始测试第二代飞镖，通过更换传感器、优化代码使飞镖飞行更稳定，路线识别更精确</p>	<p>何培岩，张博元， 孙蒙蒙</p>
<p><b>2019年12月21日</b> 到 <b>1月5日</b></p>	<p>若飞镖实现了稳定飞行与准确路径识别功能，则开始发射架的设计，电控组开始编写发射云台代码。  若还存在问题，则继续优化</p>	<p>何培岩，张博元， 孙蒙蒙</p>
<p><b>2020年1月6日到</b> <b>1月15日</b></p>	<p>电控开始测试发射架，机械组根据调试效果优化迭代发射架云台</p>	<p>何培岩，张博元， 孙蒙蒙</p>
<p><b>2020年1月16日到</b> <b>2月4日</b></p>	<p>优化发射架云台代码</p>	<p>孙蒙蒙</p>
<p><b>2020年2月5日到</b> <b>2月28日</b></p>	<p>调节发射架结构，优化云台PID，最后飞镖和云台结合测试</p>	<p>何培岩，张博元， 孙蒙蒙</p>
<p><b>2020年3月1日到</b> <b>3月31日</b></p>	<p>根据测试情况细调发射架和飞镖结构，实现飞镖在发射时启动。</p>	<p>何培岩，张博元</p>
<p><b>2020年4月1日到</b> <b>分区赛前</b></p>	<p>细调云台PID、飞镖识别</p>	<p>孙蒙蒙</p>



表 2.2-2 时间节点

## 5. 分析小结

飞镖系统	需求	改进方向	资源需求	耗时评估 /周	资金
机身	稳定飞行，轨迹控制	1.优化机身结构 2.优化红外识别	红外传感器，直流电机，电调，主控板	5	1000
发射端云台	增加云台稳定性，减少抖动	1.优化 PID 算法，减少抖动 2.云台电机升级为 6020 电机	发射架，6020 云台电机，发射架云台，装配材料，加工件	5	1690

表 2.2-3 分析小结

### 2.2.7 雷达

#### 1. 规则、需求、功能分析

##### 1. 功能分析

雷达是 2020 赛季新增加的作战单位，由运算平台端和传感器端两部分组成。经过对新规则的分析，我们认为雷达的主要任务有以下几点：1.与哨兵进行联动。在过往赛季中，哨兵的识别范围较小，增加雷达后，变相扩大哨兵视野范围，雷达能识别敌我作战单位，并在发现来袭的敌方飞镖时，将坐标反馈给哨兵机器人，

使其拦截。2.可作为战场的指挥中心。在 19 赛季中主要依靠无人机侦查战场局势，但无人机飞行时长有限。在本赛季增加了雷达后，可通过雷达进行敌我作战单位的识别，并以雷达为指挥中心，识别敌方车辆危险程度，辅助队伍进行战术决策。由于视觉组成员较少，本赛季规划前期精力主要放在自瞄、识别并激活能量机关方面，待其有剩余经历后再进行雷达的研发与测试。

## 2. 需求分析

### (1) 机械方面

① 制作轻便易于搬运的雷达。由于新赛季雷达需要有参赛队伍自行放置在雷达基座上，所以设计并且制作轻便易于搬运的雷达就显得尤为重要；

② 设计合适的摄像头安装位置。

### (2) 电控方面

① 保证雷达运算端和雷达传感器端电路的稳定连接，雷达在战场中的地位不可忽视；

② 将哨兵与雷达之间的数据进行联动。由于哨兵的识别范围有限，所以用雷达的识别作为辅助是个很好的选择。

### (3) 视觉方面

① 识别敌方飞镖，并对其进行轨迹预判，将预判结果及时传送给哨兵；

② 尝试运用 SLAM 技术全局定位，识别敌方目标，判断危险程度。

## 2.主要工作内容和方向

### 1. 机械方面

① 将雷达设计的更加轻便化，减小重量使其易于搬运与安装；

② 设计稳定的机械结构，并为摄像头设计合理的安装位置。

### 2. 电控方面

- ① 优化运算端和传感器端的电路连接，以达到最高的稳定性。

### 3. 视觉方面

① 依据飞镖灯光特点识别飞镖，判断飞镖运动轨迹，并将识别结果发送给哨兵机器人进行飞镖拦截。

② 学习 SLAM 技术，为雷达添加全局定位功能，识别敌方目标，判断危险等级。

## 3.资源、人力、资金评估

### 1. 资源需求

① 场地需求：需制作一个可以放置雷达的基座，尽可能的还原官方基座，以达到最佳测试效果。还需一个足够大的测试场地，用来测试雷达对飞镖的识别；

② 物资需求：

### 2. 人力需求

① 人员分配

机械组：何培岩

电控组：孙蒙蒙

视觉组：解佳朋

② 机械工作

需要完成对雷达的结构设计，并进行软件分析及优化，完成相关零件的设计加工及装配，并在后续电控组和视觉组调试时完成维护的工作，观察出现的问题，记录并分析结果，尽快给出下一代迭代改进方案。

③ 电控工作

优化运算端和传感器端的电路连接，以达到最高的稳定性。

④ 视觉工作

2020 赛季对于飞镖系统的研发视觉部分主要任务为识别飞镖，判断飞镖运动轨迹，并将结果通过串口发送至电控，再由电控发送至哨兵进行反导操作。尝试应用 SLAM 技术，为战场进行全场地位，判断战局危险程度，完成指挥任务。

### 3. 资金评估

下面为工程机器人在分区赛之前的花费情况：

物资需求	资金预估
机加工件	30
标准件	80
型材	10
3D 打印	60
官方物资	1170
视觉单元	5000
测试场地	100
其他	100
<b>共计</b>	<b>6550</b>

表 2.2-1 资金评估

### 4.大致规划整个赛季的时间节点

时间规划	任务安排	人员分工
------	------	------

2020年2月1日 到2月15日	根据 RoboMaster2020 年的新规则，讨论雷达场定位，提出功能需求	全队
2020年2月15日 到2月30日	机械组出雷达图纸，并且队里对图纸进行论证	何培岩
2020年3月1日 到3月10日	采购制作雷达需要的物资，视觉组准备、测试要安装的摄像头	何培岩、解佳朋
2020年3月10日 到3月25日	制作组装雷达，并对其稳定性，便携性测试	何培岩、孙蒙蒙
2020年3月25日 到4月20日	进行视觉、机械联调，对雷达识别敌我，识别飞镖等进行测试；控组实现雷达和哨兵互相通信	何培岩、解佳朋、 孙蒙蒙
2020年4月20日 到5月10日	进行训练，在其中发现问题，解决问题	全队

表 2.2-2 时间节点

## 5.分析小结

雷达	需求	资源需求	耗时评估/周	资金
----	----	------	--------	----

雷达	轻便易于搬运，运算端和传感器端的电路连接稳定，能识别并区分敌我目标，可预判飞镖轨迹。	摄像头，笔记本电脑，打印件，玻璃纤维等	8	6550
----	--	---------------------	---	------

## 2.3 其他工作安排

2019 赛季决赛时看到来自全球的众多强队的各项创新，感叹的同时我们也开始反思战队在 19 赛季的不足，我们势要在本赛季努力追赶强队的脚步，同时做出自己战队的特色，除兵种的各项安排之外，还对战队未来发展展开讨论，规划如下：

### 1. 招新及培训

RoboMaster 机甲大师赛每年的规则都有所更新，随着 19 赛季的结束，部分老队员退出战队主力，战队急需新鲜力量的加入，为让新生尽早接触机甲大师赛，实验室在新生入学九月份战队举办了一系列招新活动：帐篷迎新、宣讲会、各组介绍会，并安排经验丰富的大三学长来规划各组新人的培训。

### 2. 校内赛

为扩大 RoboMaster 机甲大师赛影响力，促进我校大学生课外学术科技活动的蓬勃开展，发现和培养一批在电子设计、视觉识别、机器人创新方面有作为、有潜力的优秀学生参与 2020 年 RoboMaster 机甲大师赛，战队于 11.9-12.23 举办机甲大师校内赛。

### 3. 场地

我们尽量还原场地各项机关（这其中还包括包含能量机关）并搭建简易版

场地，前期用来更好的测试机器人各项性能，后期用作操作手训练的场地。在校内赛结束后会安排机械新人搭建场地，提供动手机会，锻炼能力并促进他们对规则的认知理解。

#### 4. 电流检测，超级电容

由于 19 赛季实验室第一年成立硬件组，所以并未对硬件组做出较高要求，但根据 19 赛季我方机器人就底盘动力这一点在赛场上的总体表现来看，主要存在以下两点问题，底盘功率利用率低以及底盘功率限制不稳定，具体表现为上坡困难、移动速度缓慢、底盘功率波形为大锯齿形。今年为紧跟其他参赛队步伐，对硬件组和电控组提出了更高的要求，20 赛季我们要拥有属于自己的超级电容和电流检测方案和完善的电流闭环控制算法。

#### 5. 更换库，统一代码架构

为解决 19 赛季队内电控组成员解读彼此代码困难，单一兵种负责人临时有事，其他成员无法顺利接手的问题，在 20 赛季电控组决定统一所有车的代码架构，并对函数，变量命名等问题做统一规范，为提高代码的可移植性，组内决定逐渐舍弃 ST 官方标准库，向 CubeMX 支持的 HAL 库转移，但 HAL 库可参考资料较少，前期测试还是以标准库为准。

### 3. 组织架构

RM2019 赛季是 Horizon 战队第一年尝试规范化管理，这一年我们在制定修改的路上跌跌撞撞，经过一整个赛季的洗礼，我们发现了大大小小的问题也渐渐改正了上赛季管理所出现的一些问题，渐渐地摸索出适合战队发展的道路。因此早在本赛季开始前我们就制定了详细的制度来规范督促大家。

1. 每次活动必须参加（例集体跑操，大扫除，会议）
2. 每周打卡时间必须超过规定时间，每周五晚八点更新
3. 每周五晚十点之前写好个人总结发布在 ONES 上
4. 每周由队长召开全体会议，对本周情况进行总结汇报，由队长对各部门完成进行评价，根据完成情况稍作调整

5. 每月最后一周周六晚召开大会，开会前一天各部门需做简短月总结，方便运营组整理 PPT
6. 购买物资及报销须严格遵循财务制度
7. 方案的提出及制作须严格遵循审核制度
8. 除特殊情况，以上每项要求必须完成，完不成的第一、二次警告，第三次退队

### 3.1 队伍管理架构

一个优秀的队伍往往需要各方共同努力，不只是寻求各方向的优质人才，也更需要管理层加强监管，不断优化管理体系。同时，需要队伍中的队员不断进行磨合，团结协作，才能达到队伍的最优化。为保证队伍组织架构合理，任务分工及职能明确，团队工作有效进行，由指导老师和顾问组成管理团队来指导 Horizon 战队。

队伍由管理团队和战队成员构成。

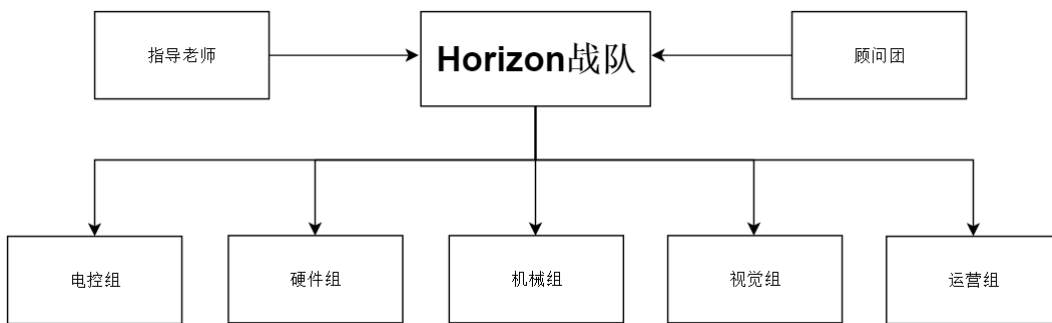


图 3-1 组织架构

战队成员按照技术方向分为五个小组：电控组、硬件组、机械组、视觉组、运营组。战队虽按照技术方向将成员分为五个小组，但在备赛过程中，为便于管理机器人进度，负责同一兵种的各技术负责人也成为了该兵种组的一员，研发机器人过程中须所有成员配合良好，最大化的发挥战队水平。

战队架构及职能如下：



人员组成	人数	职能简述
指导老师	3 名	指导关键技术性问题、把控整体方向、调配战队资金、战队重大事务审核等。
战队顾问	2 名	传授经验，及时纠错，参与战队的评审监督，提供技术及管理上的指导。（一般由大四或已毕业学长担任）
战队成员 (大三队员)	10 名	完成各项技术研发工作，保证机器人功能可以稳定实现，组织培养新人，建立完整宣传体系，整合内外部资源，为队伍寻找技术、资金支持等。
战队成员 (大二队员)	18 名	

表 3-1 人员职能

## 3.2 招募队员方向

队员们来自学校的众多学院，其中电控组主要来自人工智能学院和电气工程学院；硬件组和视觉组主要来自人工智能学院；机械组以机械工程学院为主、冶金院为辅；运营组来自于学校的各个专业。战队队员招募面向全体华北理工大学在校学生。要求同学们热爱 RoboMaster 机甲大师赛，具备团队合作精神，在专业能力方面能够达到战队要求。

实验室人员梯队分为协会成员、实验室成员、战队成员三个梯队，各梯队人员要求和负责事项如下：

### 1. 人员要求

- ① 协会成员：凡加入实验室官方 QQ 群且在招新时报名者都属于协会成员；

② 实验室成员：凡在经过实验室培训后考核通过且继续留在实验室学习和做出团体贡献者都属于实验室成员；

③ 战队成员：对 RoboMaster 机甲大师赛当前赛季有极高参与度或有重大贡献的实验室成员，将在分区赛前最后一次修改时被认定为战队成员。

## 2. 负责事项

① 协会成员：负责线下组织、宣传实验室活动，扩大实验室影响力；

② 实验室成员：负责实验室新人培训事项，学习比赛各项所需知识，可利用实验室平台做研究赛事；

③ 战队成员：主要负责机甲大师赛事项以及培养下一批队员。

实验室成员可参加除机甲大师赛之外的竞赛，研发新作品或对实验室现有项目进行改进，表现优异者可自费随队参加机甲大师赛。战队成员担任机甲大师赛的主要负责人并参与到其他竞赛当中，可随队参加机甲大师赛。

实验室各小组招募方向如下：

组别	招募需求	培训期望	专业分布																				
电控组	要求对电子、计算机、编程有一定兴趣，逻辑思维较强，做事有条理，认真负责。	熟练掌握 C 语言编程；具备 STM32 单片机的基础知识。熟练使用 Keil 编程软件。	<table border="1"> <caption>专业分布数据</caption> <thead> <tr> <th>专业</th> <th>占比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>其他</td> <td>31%</td> </tr> <tr> <td>测绘工程</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>应用物理学</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>自动化</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>通信工程</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>电子信息科学与技术</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>电子科学与技术</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>地理信息科学</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>电子信息工程</td> <td>6%</td> </tr> </tbody> </table>	专业	占比	其他	31%	测绘工程	6%	应用物理学	9%	自动化	6%	通信工程	11%	电子信息科学与技术	17%	电子科学与技术	6%	地理信息科学	6%	电子信息工程	6%
专业	占比																						
其他	31%																						
测绘工程	6%																						
应用物理学	9%																						
自动化	6%																						
通信工程	11%																						
电子信息科学与技术	17%																						
电子科学与技术	6%																						
地理信息科学	6%																						
电子信息工程	6%																						

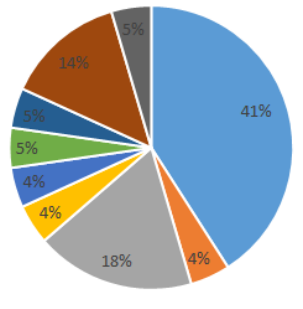
<p><b>硬件组</b></p>	<p>要求对电路板、嵌入式系统有兴趣，做事认真负责，为人细心，能耐心解决问题。</p>	<p>具备焊接电路板经验；熟练使用 Altium Designer PCB 设计软件；具备数电、模电的基础知识。</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 应用物理学</li> <li>■ 智能科学与技术</li> <li>■ 计算机科学与技术</li> <li>■ 海洋技术</li> <li>■ 能动</li> <li>■ 通信工程</li> <li>■ 电子信息科学与技术</li> <li>■ 电子信息工程</li> <li>■ 电气工程及其自动化</li> </ul>
<p><b>机械组</b></p>	<p>要求动手能力较强，对机械有一定兴趣，注重细节，热爱团队协作，做事认真负责。</p>	<p>熟练掌握 SolidWorks 机械制图软件；具备机械原理、机械设计等基础知识；熟练使用各种机械加工工具。</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 其他</li> <li>■ 工业设计</li> <li>■ 测绘工程</li> <li>■ 包装工程</li> <li>■ 过程装备与控制工程</li> <li>■ 能源与动力工程</li> <li>■ 生物信息学</li> <li>■ 产品设计</li> <li>■ 以升机械设计及自动化</li> </ul>
<p><b>视觉组</b></p>	<p>要求对计算机视觉、编程、数学有兴趣，做事认真，有大局观念。</p>	<p>熟练掌握 C++或 Python 编程；了解 openCV、机器学习、视觉识别等相关知识。</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 智能科学与技术</li> <li>■ 电子信息工程</li> <li>■ 测绘工程</li> <li>■ 冶金工程</li> <li>■ 海洋技术</li> <li>■ 机械设计制造及其自动化</li> <li>■ 采矿工程</li> <li>■ 信息与计算科学</li> <li>■ 电子科学与技术</li> </ul>
<p><b>运营组</b></p>	<p>要求有良好的文案功底，乐于策划活动，对新媒体平台运营有浓厚兴趣；为人开朗并且具备一定的管理能力。</p>	<p>熟练使用 PS、AI、AE、PR 其中 2 种设计软件，具备财务、人力资源管理能力；有良好的谈判能力。</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 工商管理</li> <li>■ 工业设计</li> <li>■ 测绘</li> <li>■ 工业工程</li> <li>■ 环境工程</li> </ul>

表 3-2 招募方向

### 3.3 岗位职责分工

队伍由管理团队和战队成员构成。

管理团队职能已在第一小节叙述，本节以战队成员展开，战队成员按照技术方向分为五个小组：电控组、硬件组、机械组、视觉组、运营组。

各组分工作如下：

分组	具体分工
电控组	<ol style="list-style-type: none"><li>负责编写整车程序，根据机器人功能需求的不同，编写出高质量且人性化的逻辑程序；</li><li>负责调试机器人局部结构的运动性能，根据需求将机器人各个部分调试至最佳状态，或根据调试结果及时发现问题；</li><li>负责机器人线路布置，避免出现线路出现缠绕、短路、混乱不清等问题；</li><li>负责对硬件设施进行保养以及定期的线路检查。</li></ol>
硬件组	<ol style="list-style-type: none"><li>负责确定机器人电路板的方案并且设计 PCB；</li><li>负责包括元器件的焊接，整版的调试以及一部分驱动代码的编写；</li><li>负责包括主控板、超级电容模块、功率检测模块、陀螺仪、DC-DC 等模块的设计。</li></ol>
机械组	<ol style="list-style-type: none"><li>负责机器人结构设计、模型绘制、三维模拟以及零配件的加工和定制工作；</li><li>对车体每个结构利用计算机进行有限元分析，分析可行性；</li><li>与其他各组进行协调，使机器人在机械结构完整的同时也可满足其他各项功能需求。</li></ol>
视觉组	<ol style="list-style-type: none"><li>负责通过摄像头识别，利用计算机进行处理，对采集到的图像进行处理和识别，为机器人提供辅助识别和自动瞄准的功能；</li><li>负责根据任务需求选取适合赛事的摄像模块；</li><li>负责与电控组进行联调，完善机器人自动识别射击功能。</li></ol>

运 营 组	<p>1.负责实验室财务管理、会议记录、团队品牌文化建设、组织活动，提高赛事及实验室知名度；</p> <p>2 负责新成员招募的策划工作。线上负责微信、微博、QQ、贴吧以及其他平台的宣传，线下定期举办活动；</p> <p>3.负责实验室规章制度的管理及负责招募赞助商事宜。</p>
-------------	--

表 3-3 各组分工

由于比赛的复杂（需要的不仅仅是完成机器人的制作，更需要密切交流和默契配合）以及任务必须细分落实到个人的需求，战队既需要各组独立，专攻某个方向，又需要多组融合，密切关联，使机器人的各项功能可以稳定实现，除此之外还需其他的除技术外的各项支持。由此衍生出兵种组、物资组、操作组及各项非技术任务职位。具体的职责分工如下：

分组/职位	具体分工
兵种组	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.按规划完成自己负责的部分，使个人能力最大化发挥；</li> <li>2.与其他组同学做好配合，及时沟通交流，实现功能的稳定发挥；</li> <li>3.积极与其他战队交流，了解技术走向，作出评估；</li> <li>4.关注机器人的相关动态，如官方规则的改动，论坛结构开源。</li> </ol>
物资组	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.严格管理组内物资，做好物资统计，及时更新数目；</li> <li>2.了解物资用途、需求数量，余量少时及时申请采购；</li> <li>3.对消耗物资进行统计，分析原因，若因用途不合理及时作出调整。</li> </ol>
操作组	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.了解机器人结构，能对出现的各种情况做简单分析；</li> <li>2.备赛期间做到积极训练，对训练过程进行记录；</li> <li>3.有自己的思考，提供战术方案。</li> </ol>
队长	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.对整个赛季合理规划，负责人员分工、统筹，协调各组；</li> <li>2.负责整个战队的对外交流，同组委会对接；</li> <li>3.负责整个战队的传承和发展；</li> <li>4.战术安排、调整</li> </ol>
项目管理	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.综合考量研发成本、工作安全问题等全面管理问题；</li> <li>2.负责各项目进度把控，及时发现问题并进行反馈调整；</li> <li>3.负责与管理层商讨撰写实验室各项规章制度；</li> <li>4.与宣传经理共同策划队内各项节日庆祝及团建活动。</li> </ol>

宣传经理	1.整合队伍的宣传资源，配合队长做好对外沟通工作； 2.建立完整宣传体系，多渠道策划执行活动，扩大赛事及队伍影响力； 3.与项目管理共同策划队内各项节日庆祝及团建活动。
招商经理	1.整合队伍的内外资源，基础了解队伍的需求； 2.撰写完善招商方案，明确战队能提供的权益； 3.积极通过多种渠道寻找合作伙伴，为战队提供技术支持、资金赞助。
财务管理	1.管理队伍资金，与管理层做好沟通，及时汇报资金走向； 2.对符合资金批准流程的购买进行资金发放； 3.收集发票，整理财务，负责学校的报销申请工作。

表 3-4 各组职责

### 3.3.1 团队氛围建设

团队的英文为“TEAM-WORK”其中“team”团队、合伙，“work”工作，即为了个共同工作，共同目标而组合在一起。任何的工作都需要团队合作精神，它的核心价值观合作，理解，信任，诚信，已经成为社会中任何一项工作开展的思想灵魂。竞技类比赛，究其根源还是人与人的博弈，建设良好的团队氛围会让大家聚集在一起形成合力，只有强大的凝聚力才能增强战队的核心竞争力。

建设团队氛围，我们主要从以下几点入手：

#### 1. 增加激励机制：

当战队完成赛季每阶段的任务后，会举行战队团建活动。在激励机制下，使一个团队始终以高昂的士气、忘我的精神来达成战队的目标。通过松弛结合的方式，来缓解队员们在紧张备赛过程中的压力。

#### 2. 改善沟通：

与其他战队交流中了解到，许多战队的备赛进度迟缓最主要的原因之一就是：交流的贫乏和管理上的混乱。交流应该是一个团队的优先事项，我们让队员有与管理层平等交流的机会，建立信任的氛围。这对于构建和谐的团队氛围有很重要的作用。作为一支战队，队里的每人都是平等、协商的关系。管理层不应居高临下的发号施令或通过指责、批评帮助队员；队员也不应该以自我为中心，遇到自己无法解决的问题时，及时与管理层沟通。

### **3. 战队精神建设：**

战队的性质决定了每个队员只是战队的一部分，而不是整体。队员的所有工作都应该以实现战队的目标为中心的。只有具备“团队精神”的战队，才会形成有种无形的向心力、凝聚力和塑造力。即便思想理念暂时偏于落后、战队资金状况偏于紧缺、技术含量偏于过低，但是“三个臭皮匠，超过一个诸葛亮”。只要大家心往一起想，劲往一块使，有困难就可以靠集体的力量克服，没有的东西也会被创造出来，缺少的东西也会心甘情愿地去补上，这样的战队就会战无不胜，这样的战队就会显示出无穷的魅力。这也是我们战队在 18 赛季默默无闻，却一路过关斩将、冲出重围晋级总决赛的主要原因。当战队所有人共享胜利的喜悦和失败痛苦后，才会成长，理解团队精神。在新赛季我们将重新撰写战队队训，在队训里体现一届届学长一代代人留下来的团队精神；并采访历届参赛队员，分享他们的备赛故事，制作体现战队精神的人物志。

### **4. 战队荣誉感：**

我们实验室一入门，引入眼帘的就是历届主力队员的签名。战队注重团队精神，但也很尊重个人付出。制作一些具有仪式感的東西，会让大家有团队的参与感。新赛季我们也正在制作实验室照片墙，墙上有历届的参赛队员的集体照、战队历史介绍。制作战队冲锋衣，在战队举行集体活动时的统一穿着。还有为每一名实验室队员定制 DOGTAG（这个词不好），每个 DOGTAG 上都有唯一的身份识别码、内置 NFC。

### **5. 团建活动：**



团建活动对于增强部门与部门之间、队员与队员之间的沟通、交流与合作，加强战队凝聚力，提高工作效率和队员的积极性起关键作用。战队经常组织的团建活动有：看电影、聚餐、集体玩游戏（包含线下互动游戏、线上网络游戏）。这些活动由运营组定期策划，根据备赛进度与资金情况制定。

### 3.3.2 战队传承

#### 1. 知识传承：

教育体系是人类最重要的知识管理系统。没有知识传承，再强的队伍也是新队伍，因为所有的事情都得重新来做。通过知识传承实现组织的低成本、高效率运作是战队知识管理的目标，并促进知识创新提高战队的核心竞争力。

**基础知识管理：**新赛季战队开通了官方 B 站号，由战队老队员录制基础知识的学习教程，与网络上其他教程不同的是这份学习教程视频以战队机器人设计制作作为实例，引导大家在快速上手的同时，也了解到实验室机器人研发流程、相关工具如何使用。其他基础知识的相关文档和软件都上传网盘，发布到新人培训和战队的 Q 群里，供大家学习。

**进阶知识管理：**进阶知识包含每赛季机器人代码、机器人图纸和战队管理等。由一届届老队员们，在离开前将自己所有资料精挑细选、整理、注释，传承给下一任组长。除此之外还有开源资料的收集和理解。进阶知识的管理避免了战队踩坑。由于这部分资料由于涉及到保密问题，因此只发布在了 ONES 里。实验室还成立了退休干部群，老队员在群里分享经验，为新队员答疑，同时将在企业、科研机构学习到的先进理论知识和管理方式分享给战队。

#### 2. 精神传承：

精神传承参考团队氛围建设的战队精神建设、战队荣誉感。通过制作人物志、撰写队训、介绍战队历史传承战队精神。有意识的开展团队氛围建设，增强和老队员、指导老师的交流，贯彻队伍传承。离队的老队员们也是会时常回实验室看看，通过各种方式了解我们的备赛进度，为我们的成功欢呼，对面对失败的我们给予

鼓励。就这样一代代一届届一年年，队伍艰苦奋斗永不服输的精神被传承下去。

## 4. 团队协作

### 4.1 资料整理

#### 4.1.1 论坛开源资料

RM 发展五年以来技术资金门槛越来越高，通过有效学习论坛开源资料能提高队员们的知识储备、缩短培训时间、减少资源和时间上的浪费。只有站在巨人的肩膀上才能看的更远，感谢所有开源资料的战队，是大家一起共同促进了 RM 的发展。我们战队积极从 RoboMaster 论坛整理资料，吸取各参赛队伍、官方开源资料、夏令营开源资料中的经验与教训，并将资料存入实验室专用网盘。并且我们将论坛中汲取的资料按资料类别进行了分级区分，首先第一级分为官方论坛开源总文件夹，该文件夹下按类别进行区分，为了便于成员查找其中将官方开源资料单独进行分类，其他资料按照组别进行分类，分为电控、视觉、机械和硬件，在实验室内部人员之间共享。



图 4-1 论坛开源资料

其中每个类别下又进行了相关细分。以机械组分类为例，首先下一级目录按

照年份进行细分为 RM2018、RM2019、RM2020。

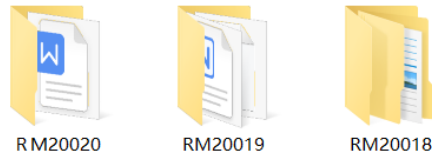


图 4-2 机械内部分类

其中以 RM2019 为例，RM2019 下又以各个学校进行分类，同时机械组的同学又将官方精品机械资料存入该目录，方便查阅。目录下又按照兵种进行分类，为便于查阅，这些资料不仅存于网盘（主要用于共享和备份），还存在于实验室的工作站与机械组成员的私人电脑中。

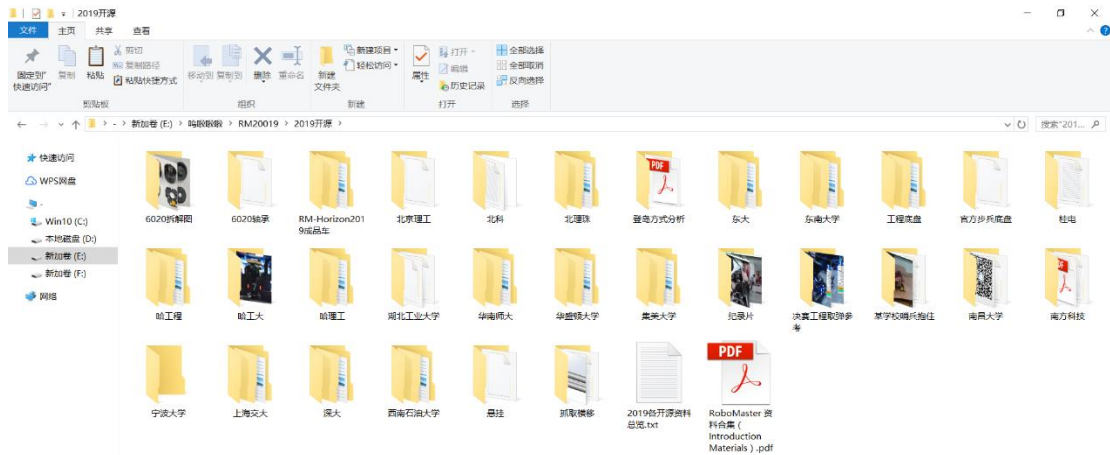


图 4-3 年份内部分类

其他如电控、视觉和硬件大体分类与机械类似，此处便不再赘述。以上三者同机械开源资料整理的区别是，开源资料多以压缩包格式存储，并辅以相关说明文档、github 链接以及下载链接。运营目录下则是按年份进行区分，存储每年的赛季规划、开源报告、宣传和招商的经验分享、官方宣传大礼包、官方招商大礼包等资料。

电控 2019 上交开源：

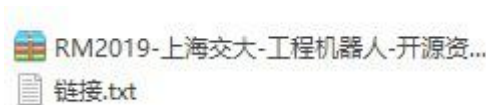


图 4-4 上交开源

视觉 2018 天大开源开源:



图 4-5 天大开源

战队对于各个队伍所开源内容十分重视,每个组别都安排人员定期对论坛内容进行浏览,对于遗漏的内容及时补充,一方面是为了学习自己以前所欠缺的部分,另一面了使资料更加完备,这对于队伍资料的传承有很大的意义,这里我们战队对于各个队伍的开源精神表示感谢!同时我们自己也很乐意将我们的技术进行分享,与大家共同学习进步。

## 4.1.2 物资说明书

物资的使用说明及相关规范,看似处于细枝末节,但是我们通过总结之前的参赛经历,充分认识到物资的正确使用在战队发展中的重要性,因此我们对于物资说明书进行了细致的整理归纳,存于网盘、ONES 与内部工作站中,并要求每一位实验室成员进行学习。

### 1. 电控组、硬件组

电控和硬件部分物资说明书多为机电电调使用文档(RM 赛事使用说明书)、各种模块的使用说明、以及各种芯、板子的使用说明。



图 4-6 电控汇总












附件 (11)		
	J-score教程.pdf	520.96KB
	卡尔曼小结.docx	629.29KB
	蓝牙虚拟串口.docx	438.88KB
	浅谈stm32工作方式.docx	101.00KB
	HC-05+主从机一体蓝牙模块++无线蓝牙串口透传模块+无线模块+ +1.7z	69.51KB
	RM赛事产品使用说明书(电机电调等).zip	27.58MB
	PID.zip	16.36MB
	MPU6050.7z	73.85MB
	MPU6050资料V4.zip	4.47MB
	_2017年03月17日 820R电调固件发布.7z	8.07MB
	Jlink刷固件教程.7z	29.91MB

图 4-7 电控与硬件物资说明

## 2. 机械组

机械部分则主要是来自于当时购买物资随同的使用说明以及主要事项, 经过整理, 融合老队员的使用经验形成文档, 例如工具使用安全注意事项、打印机使用说明、气瓶的使用说明等。较为危险的机械工具如: 圆木锯、角磨机等, 相关的使用规范贴在工具旁。



图 4-8 部分机械工具使用说明书

### 3. 视觉组

视觉部分物资说明则是相机的 SDK 文件，以及使用 nuc 和 tx2 的使用总结，这些是视觉的成员所不可或缺的。



图 4-9 视觉组资料

### 4. 运营组

运营部分物资说明则是投影仪和扫描仪以及工作站软件的使用说明，这些虽然看似很平常，但对于未使用过的队员则能提供很大便利。

- › 战队资料
- › 电控组资料
- › 机械组资料
- › 运营组资料
  - 招商资料
  - 扫描仪、打印机使用说明书
  - 电机、摄像头、传感器、单...
  - 工作站使用说明书
- › 视觉组资料
- › 硬件组资料
- › 葵花宝典
- › 监控
  - Tmotor电机可以使用的型号
  - 操作手资料
- › RM2020资料
- › ICAN 2019资料
  - 校内赛2019资料
- › 财务管理
- › 各项安排

## 运营组资料

修改

### 公众号图文制作

- 1.秀米 <https://xiumi.us/#/>
- 2.135 <http://www.135editor.com/>

#### 比赛视频:

- 1.官网直播链接——[www.robomaster.com/live](http://www.robomaster.com/live)
  - 2.微信直播小程序——咨询华理RM实验室获取二维码
  - 3.天空之城比赛录播——[https://www.skypixel.com/users/robomas-\\_user](https://www.skypixel.com/users/robomas-_user)
- 以上链接均相同内容，访问任一链接观看比赛视频都可以

#### 比赛照片:

视觉中国——<https://m.inmuu.com/v1/photolive/news/63062>

华北理工定妆照链接:<https://pan.baidu.com/s/1aVXuL97x-PBXCKIEQRBT8A> 密码:tld9

#### RM官方的【VI和PPT】

链接:<https://pan.baidu.com/s/1I2WKN0kgPhV4UNgsyVWHTg> 密码:ysbc

图 4-10 运营组物资说明

## 4.1.3 相关文献整理

科研工作，从某种意义上来说，其实就是跟文献打交道的过程，学习文献然后再生产文献。因而，这个过程中，对文献的整理是一个比较重要的环节。

### 1. 电控组

电控组的学习书籍，经过队员的推荐有《C语言入门》、《Linux环境高级编程》、《嵌入式扫盲篇——十问嵌入式》、《STM32单片机应用与全案例实践》、《FreeRTOS内核实现与应用开发实战指南》；知网论文；CSDN、开源电子网、官方论坛的文章等。单片机还是较为侧重于实践，电控组会在每个季度结束开展答疑环节，汇总在此阶段遇到过的技术困难，记入管理系统。

### 2. 硬件组

硬件组需要学习基础的单片机知识，初期和电控组一起进行培训，其它文献主要是针对各项技能的，同时电控组也需要掌握焊接技术，阅读使用手册(DataSheet)，电路设计与检验硬件设计这方面主要靠经验，多看他人设计的电路，从他人的作品吸收经验是一种不错的学习方法。

### 3. 机械组

机械组的文献资料主要分为三个方向，一方面是运用绘图软件进行画图的教程类书籍，一方面是实际操作要用到的机械安装规范，还有在画图前所需要的机械设计基础类图书。

除去机械设计原理以及机械设计基础等课本，每位队员会选择更加适合自己阅读的文献进行学习，于是，在队员们长期阅读学习以及实践运用的过程中，文献资料便形成模块。目前机械类的文献资料均已模块化，方便队员的实时查询。

### 4. 视觉组

视觉学习理论书籍多而繁杂，对于文献的实用性要求较高，而普通的书籍阅读等寻常方式无法满足视觉组同学对资料和需求量的需求，于是视觉组的同学们更倾向于利用网络平台，例如在 [github.com](https://github.com) 网站上面寻找相关的小项目进行学习，手动复现。同时，队员通过网易课堂进行学习，收获颇多。

通过这种方式，视觉组的成员积累了很多资料，形成了自己的知识库。并且，通过每一届同学资料积累，我们已经形成一套自己的学习库，主要分为视觉频繁使用实用资料，以及深度学习资料，满足战队成员的运用和学习需求。

### 5. 运营组

运营组的学习资料包括三个方面。队伍内部成员管理、队伍对外宣传、赛事基本内容规则改动等。

其所涵盖的资料较为广阔，书籍类有《PS 实例教程》、《PR 由入门到精通》、《Office 办公软件高级应用》、《项目管理知识体系指南》等；资料类则包含了 RM 官方的所有文件、其他战队的经验交流分享。同时，阅读笔记和心得体会就成为了资料的主要传承方式，通过 ONES 整理更方便查找。



- > 战队资料
- > 电控组资料
- > 机械组资料
- > **运营组资料**
  - 招商资料
  - 扫描仪、打印机使用说明书
  - 电机、摄像头、传感器、单...
  - 工作站使用说明书
- > 视觉组资料
- 硬件组资料
- > 菱花宝典
- > 监控
- Tmotor电机可以使用的型号
- 操作手资料
- > RM2020资料
- > ICAN 2019资料
- 校内赛2019资料
- > 财务管理
- > 各项安排

## 运营组资料

修改

### 公众号图文制作

- 1.秀米 <https://xiumi.us/#/>
- 2.135 <http://www.135editor.com/>

### 比赛视频:

- 1.官网直播链接——[www.robomaster.com/live](http://www.robomaster.com/live)
  - 2.微信直播小程序——咨询华理RM实验室获取二维码
  - 3.天空之城比赛录播——[https://www.skypixel.com/users/robomas-\\_user](https://www.skypixel.com/users/robomas-_user)
- 以上链接均相同内容，访问任一链接观看比赛视频都可以

### 比赛照片:

视觉中国——<https://m.inmuu.com/v1/photolive/news/63062>

华北理工定妆照链接:<https://pan.baidu.com/s/1aVXuL97x-PBXckiEQRBt8A> 密码:tld9

RM官方的【VI和PPT】

链接:<https://pan.baidu.com/s/112WKN0kgPhV4UNgsyVWHTg> 密码:ysbc

图 4-11 运营资料整理



图 4-12 运营组校内赛文献整理

## 4.1.4 战队知识传承

战队知识经验的积累沉淀对于战队能够持续性发展有关键作用，所以我们非常重视战队知识的传承。除了上面 3 点所述的团队资料以外，战队每个组都会有自己的资料管理。

这部分资料主要包括每个赛季机器人相关模块代码，机械图纸，战队管理等重要保密内容，主要存放于实验室工作站中。当老队员离队时，将自己的资料进行汇总、挑选、注释，将自己在实验室工作的心得体会写成文档一同存入实验室工作站。这些经验方法传承下去，减少相同类型错误的发生。

## 4.2 协作工具

RoboMaster 是一个持续时间长、技术水平高的赛事，这对于战队来说，需要做好战队传承和协作工具，以提高备赛效率。在使用协作工具的同时，战队的技术也得到了沉淀，战队利用实验室的工作站，搭建了战队官网和实验室局域网共享文件夹。

### 4.2.1 代码协作工具

由于电控组和视觉组要编写大量代码，代码改来改去容易乱套，很容易就把原本可以使用的代码越改越差，最终难以复原。所以战队采用使用强大的版本管理工具 Git。

其中大部分代码放在 Github 中，Github 作为战队免费代码远程仓库，同时又是一个开源协作社区。视觉组每人都有自己的 CSDN 总结，并且有一个自己感兴趣的方向做一些小项目，并且开源到 Github 上，并进行一定时期的维护。

同时视觉组和电控组又根据兵种分成若干小组，每个小组 5 人以下，将其代码保存至码云。码云相比于 github，5 人以下的团队有私有仓库，保密性更强，网站打开速度更为迅速，还集成了代码质量检测、项目演示等功能。对于团队协作开发，码云还提供了项目管理、代码托管、文档管理的服务。每个月各小组还会将自己的代码放入 ONES 里集成，供大家了解各小组进度。

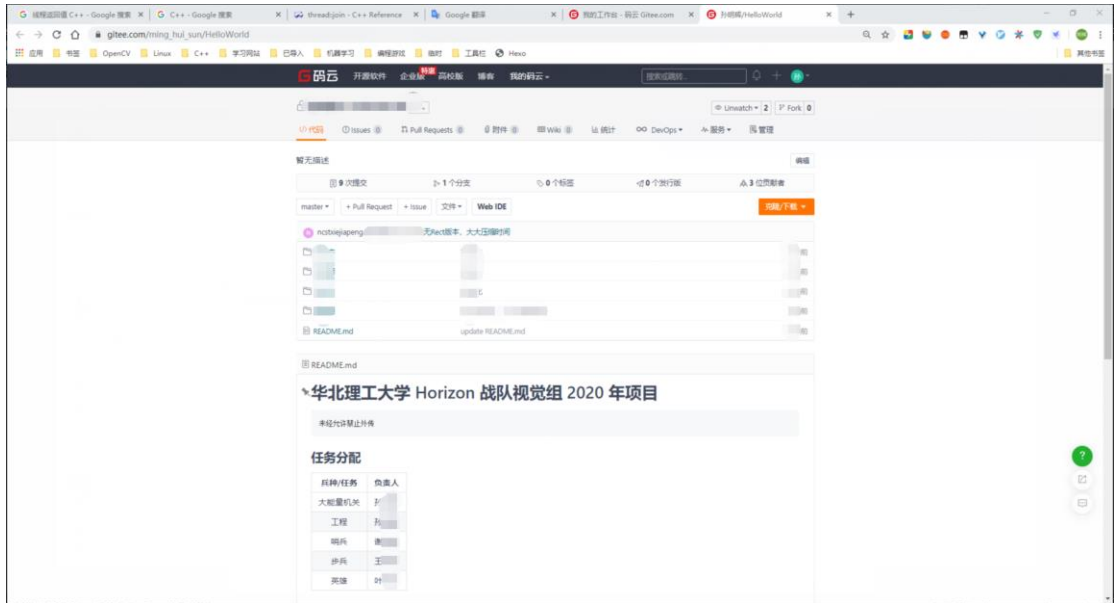


图 4-13 码云的使用

## 4.2.2 图纸协作工具

为了图纸的统一规范，战队要求机械组统一使用 SolidWorks2016、硬件组统一使用 Altium Designer15。由于机械组和硬件组的图纸存在文件大、保密要求高等特点。战队只允许保存至实验室的工作站中。每个兵种的完成图还需附上说明供战队其他人查阅修改。组内使用两个协作工具：内网通和微力同步。内网通主要用于两人协作时单个大型文件点对点传输以及局域网下远程指导；微力同步多人共同协作时的文件分享。内网通都是在内网直接通信不用牵涉到外网省去很多配置步骤，使用户日常工作沟通交流非常流畅，让协作更容易。而微力同步使用 P2P 技术，传输大文件速度比百度网盘快，并且所有数据都存在自己管理的机器硬盘上，安全性有了更高的保障。

除此之外，宣传制作的海报视频也一起存入工作站中，使用微力同步进行协作。

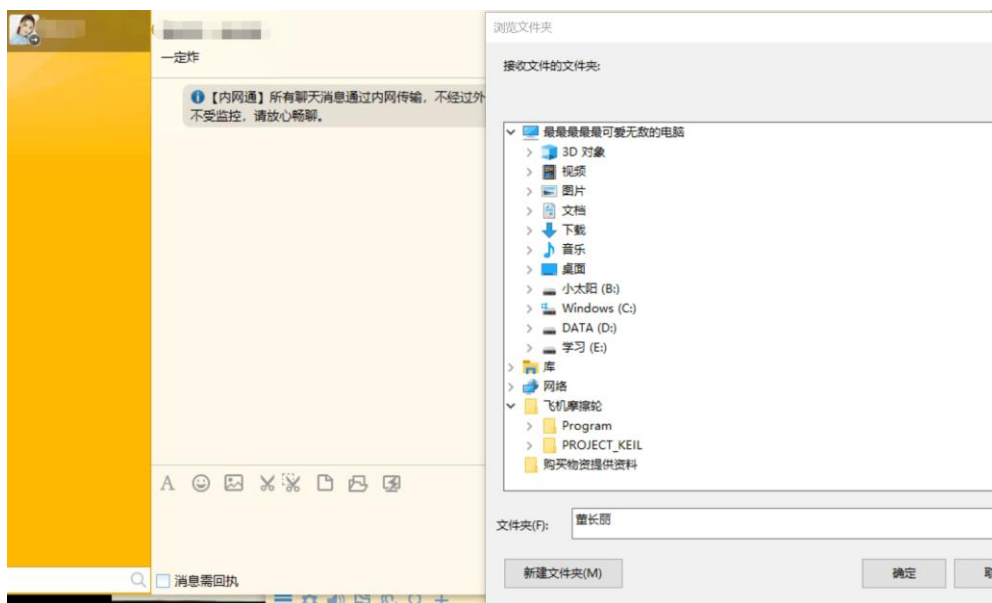


图 4-14 工作站传输资料



图 4-15 微力同步

### 4.2.3 文档协作工具

由于 ONES 对文档类工具的支持不足，所有我们文档协作工具采用腾讯文档+ONES 联合使用。

在任务前期，有调研阶段、赛季规划和设计报告等文档类工作，战队使用腾讯文档进行线上协作办公。腾讯问卷界面简洁轻量，QQ 登录即可免费使用，在编辑方式上更加灵活高效，大大提高了文档类的工作效率。任务确定后，会在将其放入 ONES 里，进行任务迭代。



图 4-15 腾讯文档协作

## 4.3 团队管理工具

团队管理的重要性在于：使团队具有目标导向功能。

1. 明确工作任务，提供任务列表：明确战队成员的工作任务包含任务要求、任务目标、任务完成时间、任务负责人。
2. 个人、团队工作概览，拥有时间管理工具：统计成员近期表现，预估在完成任务中花费的时间。
3. 日程表——日报、周报，提供日程表功能：可以填报每天的工作情况，也可记录任务进展沟通过程等关于项目研发的重要信息。

为便于队伍管理，实时了解战队成员在各项目的研发过程，管理软件的应用必不可少。经过一年的尝试和调整，终于找到适合战队的管理工具：ONES AI、钉钉，并对各个工具的应用方面做出划分。

### 4.3.1 ONES AI

ONES AI 的主要两个使用功能是: ONES Project 和 ONES Wiki。

#### 1. ONES Project

主要使用在团队协作与项目管理的方面。在赛季初我们为每个兵种开发了相应的项目，要求各兵种的机械、电控、视觉负责人在相应的项目下提出需求，安排计划，规划迭代，记录缺陷，然后重新做相应的安排。

其中重点部分在安排计划部分，要求战队成员在安排计划时提出要完成的任务，并将项目细分为需求，任务和缺陷。发布项目时要做好任务的描述工作，方便负责同一项目的同学及时了解进度。



图 4-16 任务列表

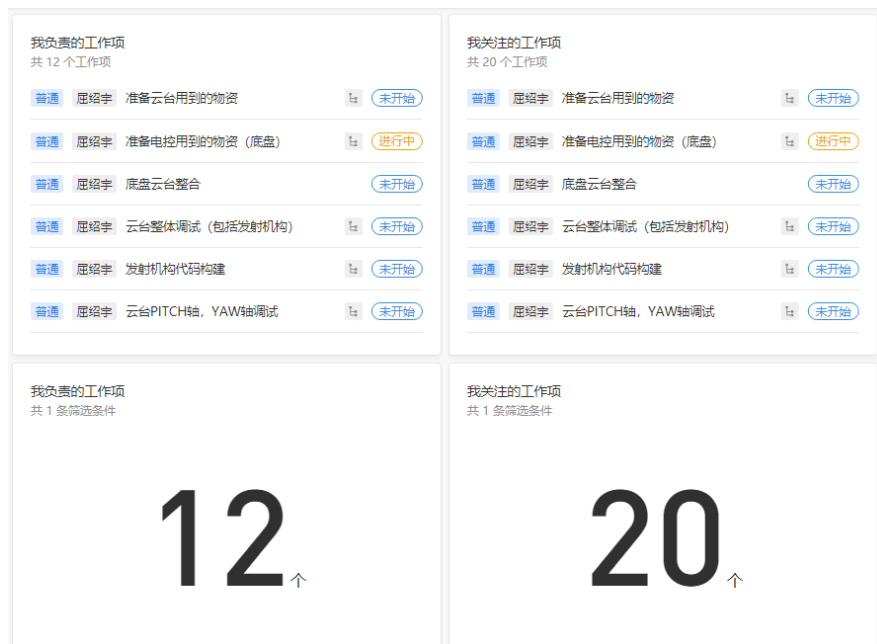


图 4-17 仪表盘

## 2. ONES Wiki

我们把它当做文档知识管理工具，包括文档的归类、在线编辑、实时保存与更新、文档追溯，并且支持文档与 ONES Project 相关联。

- ① 开辟了项目管理和战队管理栏来记录团队的各项标准和信息；
- ② 进度管理下设各兵种、硬件、招商组件供各负责人做好项目记录；
- ③ 月规划及总结供队长项管安排进度，做好规划；
- ④ 会议记录及周报管理记录队伍日常，养成会议有总结，个人有总结的好作风；
- ⑤ 资料用来记录实验室关于各个竞赛的资料，机甲大师赛也是分为各组资料和战队大事项、大活动来进行记录；
- ⑥ 开辟财务管理来记录战队的花销，供大家买物资时进行对比，赛季末进行总结各类花销；
- ⑦ 作业栏目来方便大家提交作业，了解假期安排；
- ⑧ 血与泪教训是战队的反思之地，对实验室进度造成影响，财务造成损失的需在此提交相关检讨；

⑨ 总结栏目是供大家对上赛季进行总结,反思并改善不足,提高队伍水平。

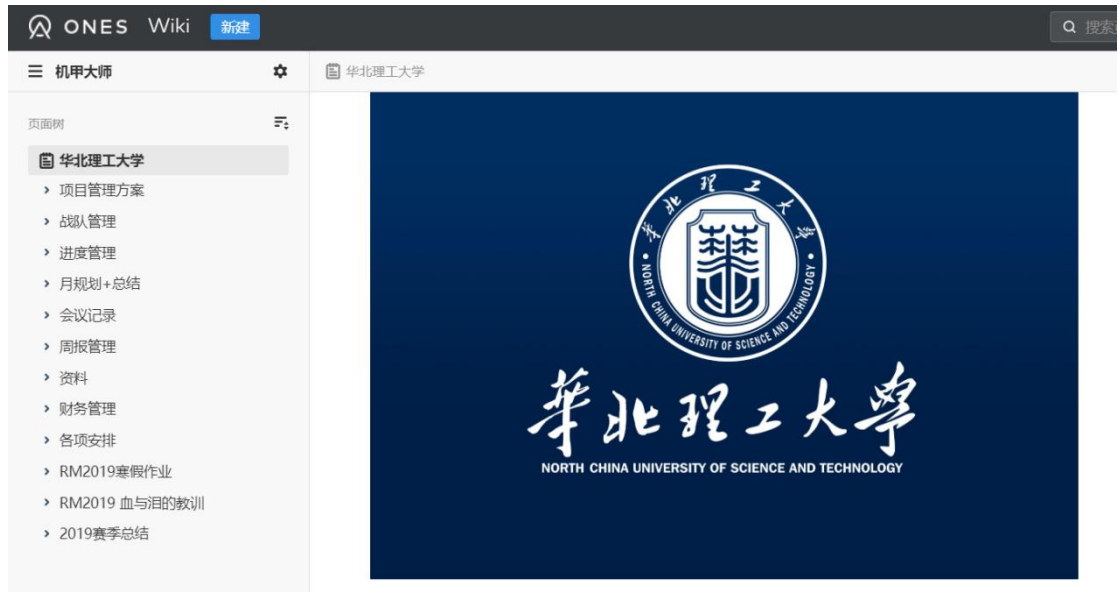


图 4-18 ONES Wiki

### 4.3.2 钉钉

我们主要用钉钉打卡机来记录战队成员和大一新人在实验室的时间,并根据组别水平的不同设置一周最低打卡时长,要求来实验室即打卡,每周打卡时间必须高于最低要求。

我们的目的一是给新人无形的压力,督促新人勤来实验室,促进大家接触战队成员,多问多思考,早些融入我们;二是结合每天考勤打卡,负责培训的战队成员可以精准的把握每个参与培训同学的学习状态,及时对培训内容作出调整;三是队长项管可结合战队成员打卡时间对项目难度、人员积极性作出判断,及时进行调整。



姓名	部门	出勤天数	休息天数	工作时长	11	12	13	14	15	六	日
曹君倩	机械组	3	0	25小时56分钟	正常	未排班	未排班	未排班	未排班	正常	正常
曹书军	机械组	6	0	9小时41分钟	正常	正常	正常	正常	未排班	正常	正常
陈香威	机械组	4	0	26小时36分钟	未排班	正常	未排班	未排班	正常	正常	正常
陈玉杰	机械组	6	0	24小时18分钟	正常	未排班	正常	正常	正常	正常	正常
崔子宇	机械组	5	0	13小时1分钟	正常	正常	正常	未排班	正常	未排班	正常
冯子康	机械组	5	0	24小时53分钟	正常	未排班	未排班	正常	正常	正常	正常
韩振荣	机械组	6	0	46小时54分钟	正常	未排班	正常	正常	正常	正常	正常
李博文	机械组	7	0	35小时43分钟	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常
李彦博	机械组	6	0	34小时49分钟	未排班	正常	正常	正常	正常	正常	正常
李卓晨	机械组	3	0	21小时26分钟					正常	正常	正常
李俊	机械组	5	0	22小时24分钟	未排班	正常	未排班	正常	正常	正常	正常

图 4-19 考勤表

## 4.4 培训、自学

一个队员的成长之路可分为协会会员，实验室成员再到战队成员三个阶段，针对对 RoboMaster 机甲大师赛感兴趣，但 0 基础或基础薄弱的协会会员，我们会开设时间为 1-2 个月的培训课程对其进行统一指导，由实验室队员担任授课讲师。

下面简述战队对处于不同阶段的同学提出的要求以及各组制定的培训计划。

### 4.4.1 培训安排

#### 1.机械组协会会员培训安排

10月至11月，两个月的时间教他们学习使用SolidWorks建模软件，熟悉常用的工具设备（3D打印机、雕刻机、台钻、气动装置等），并带他们观看比赛视频，对比赛以及车体结构设计注意事项进行讲解。

12月至1月中旬，一个半月的时间，带他们了解比赛规则，了解各个兵种机器人的结构，熟悉每辆车从无到有到迭代的过程，要求他们将官方照片中的机器人临摹至图纸上。

2月至3月，两个月的时间，要求设计一辆自己的机器人（图纸建模），能够熟练使用工具提高加工精度。

4月份，可参与战队备赛，熟悉机器人机械加工和组装过程。

## 2.电控组协会队员培训安排

10 月份，自学基础 C 语言，每周六开课引导 51 单片机入门。

11 月份至 12 月，深入学习 C 语言，STM32，使用正点原子开发板进行培训学习，运用 STM32 做几个小项目。

1 月份，通过看机器人代码对比赛要控制什么，要怎么控制有所了解。

2 月份，明白赛季目标，知道自己要学习什么，掌握常见传感器、模块、主控、电机等基本知识。

3 月份，从 0 开始构建代码，深入学习串口，CAN，TIM 的知识，自学 FreeRTOS。

4 月份之后，继续完善代码，完成步兵机器人的基本控制（底盘，云台），继续学习 FreeRTOS，尝试搭建几个项目。

## 3.硬件组协会队员培训安排

10 月，通过视频学习 Altium Designer 软件基本使用。

11 月至 12 月中旬，学习布线的基本知识，了解一些信号完整性，电源完整性知识。

12 月中旬至 1 月，学习单片机系统的知识，简单了解系统的构架。

2 月至 3 月中旬，尝试制定方案并制作 PCB。

3 月中旬之后，调试 PCB 并改进。

## 4.视觉组协会队员培训安排

10 月至 11 月，C 语言、C++基础学习。

12 月至 1 月，线性代数、概率论等数学知识补充，数字图像处理基础理论学习。

2 月，OpenCV 视觉库学习，linux 使用。

3 月，辅助射击算法实战。

4 月，Python 机器学习。

## 5.运营组协会队员培训安排

9月，学习文案写作、微信公众号排版；PS的基础工具使用。

10-11月，学习写作项目计划书、专利申请书等；PS海报设计。

12-1月，学习摄影技巧，PS影楼后期，PR视频剪辑。

2-4月，运营组分工：专精项目管理类学习项目管理类知识、文档制作；专精宣传类学习PS后期处理、摄影技巧、视频剪辑；专精工业设计类学习犀牛、Solidworks、C4D、PS；专精招商类学习文档类制作、谈判技巧等。

## 4.4.2 自学计划

### 1.机械组学习安排

协会成员：动手能力较强，对机械有一定兴趣，认真负责。学习使用SolidWorks、雕刻机、3D打印机、台钻、气动装置等。了解比赛规则，了解各个兵种机器人的结构，将官方照片中的机器人临摹至图纸上，设计一辆自己的机器人。备赛期间参与机器人的装配。

实验室成员：熟练使用SolidWorks，熟练使用雕刻机，了解比赛规则。设计并制作出可行的机器人，并在备赛期间进行迭代。

战队队员：制定新赛季机器人机械方向。规范化机械设计流程，专精于某一结构的优化与技术升级（如：悬挂、气动等）。对协会队员进行授课，教他们学习使用SolidWorks、雕刻机、3D打印机等工具。

### 2. 电控组学习安排

协会成员：对电子、计算机有一定兴趣，认真负责。初期学习51单片机入门。然后学习STM32、操作电机等。

实验室队员：自己去完成一辆步兵的代码，在这个过程中对自己学到知识进行查漏补缺，同时对比赛的代码进行深入了解。老队员们对上一年比赛的代码进行优化，尝试新的算法和试验新的功能，比如超级电容和功率检测，优化发弹，加上卡弹检测和处理，跟随大三在机械组设计新车的空闲时间把各个困难点击破。

战队队员：制定新赛季的电控方向，进行设计难度评估，尝试新的东西（导电滑环等），改进代码使之规范化。并对协会队员进行授课，带有兴趣的入门 51 单片机。

### 3.硬件组学习安排

协会成员：有兴趣，并且有一定的电路、模电以及数电基础，知道什么是 PCB 板，通过一些途径了解过。

实验室队员：学习 Altium Designer 软件的使用，学会画基本的元器件，封装库，设计一个最小系统板。

战队队员：深入了解信号完整性，电源完整性，了解系统的框架，设计比赛用到的模块或者主控板。

### 4.视觉组学习安排

协会成员：热爱技术，对算法有着浓厚的兴趣但是技术还不达标。学习 C、C++和 python 语言，同时学习线性代数和概率。对 RoboMaster 比赛有一定了解，很想参加比赛。语言有一定基础者开始学习 OpenCV

实验室队员：能够熟练使用 C、C++、OpenCV 的多种算法，对数字图像处理的原理有一定了解。参与部分比赛代码的编写，主要负责辅助设计算法研究。

战队队员：制定任务，把控项目进度，督促大一、大二的成员学习。研究机器学习和图像处理。负责辅助射击算法的优化和大神符识别的研究。

### 5.运营组学习安排

协会成员：文案能力较强，对设计、摄影有一定兴趣，认真负责。撰写微信图文，拍摄战队日常。学习写活动策划，学习使用 Photoshop、Premier、AI 等设计工具。

实验室队员：运营组进行分工：宣传、招商、管理，不同分工之间可交叉。负责战队自有渠道运营，举办宣传活动，策划并举办校内赛。管理战队财务、考勤考核制度。

战队队员：运营主负责人。协调战队内部，做好队内文化、战队考勤管理制度，保存各组文档。对有兴趣新人进行授课，带他们接触运营工作。

## 5. 审核制度

### 5.1 机器人的生命周期划分

在新赛季规则出来后，我们召开了新老队员交接大会，对上赛季进行总结，分析本赛季目标，确定所需资源并预估资金。除此之外由技术组主力队员商讨，明确划分了机器人的生命周期，对周期输出内容、分工做了严格安排。本赛季战队的所有机器人将严格按照生命周期流程来设计开发。

周期名称	内容	周期输出内容
提出方案周期	根据规则分析本赛季定位并提出设计概念	各组确定方案，预期效果
方案设计周期	将确定的方案任务细分，进行多项分析论证，分析利弊，得出最优方案	机械：三维设计图纸 电控：代码结构框图 硬件：走线设计图 视觉：算法设计思路，大体技术方案
初审周期	在初审会上进行技术答辩，确定技术方向无误，不通过项目改至通过，通过项目进入制作阶段	机器人组各技术负责人对任务进行细分，预估各项目难度，并进行时间规划
制作周期	根据设计方案对机器人进行制作，构建实体	机械：实物 电控：具体代码工程 硬件：做出对应功能的电路板

		视觉：识别算法完成
二审周期	验收项目结果，对参数进行合理分析，确定功能满足需求，提出深层次改进建议	各项目负责人在评审会上对项目进行功能展示
调试周期	对控制方案进行调整与测试，发现其中的问题，修正方案中的错误	机械：配合其他组调试进行修改 电控：模块调试、整机调试、配合视觉调试 硬件：执行器，传感器的调试与优化 视觉：结合环境配合电控组调试与优化
测试提高周期	对完成设计制作与调试后的机器人进行各项测试，分析不稳定原因进行优化改进，及时向评审团反馈，根据评审团的建议再进行优化改进	机器人组进一步对机器人分别进行模块测试、整体测试
迭代周期	根据需求，对机器人中的某一结构（方面）甚至整体进行重新制作，达到性能最佳	各组根据需求重新设计须迭代部分

<p>不间断测试 优化周期</p>	<p>对迭代机器人进行不间断测试及优化，向评审团反馈，对给出的建议进行优化改进</p>	<p>机器人组配合训练过程中对机器人进行稳定性、耐久性测试</p>
-----------------------	---	-----------------------------------

表 5-1 机器人生命周期划分表

## 5.2 机器人的生命周期分工

机器人生命周期的参与者皆为机器人组的各负责人。

<p>组别 兵种</p>	<p>电控组</p>	<p>硬件组</p>	<p>机械组</p>	<p>视觉组</p>	<p>测试组</p>
<p>步兵机器人</p>	<p>屈绍宇</p>	<p>郝人杰</p>	<p>杜昊楠，张家豪</p>	<p>王怡云</p>	<p>马昕，叶宏庆</p>
<p>英雄机器人</p>	<p>马昕</p>	<p>姚鑫桐</p>	<p>高世博</p>	<p>叶宏庆</p>	<p>屈绍宇，王怡云</p>
<p>工程机器人</p>	<p>郝人杰，赵乙澍</p>	<p>郝人杰</p>	<p>马贺，艾宇轩</p>	<p>解佳朋</p>	<p>李印超，孙明辉</p>
<p>哨兵机器人</p>	<p>李印超</p>	<p>姚鑫桐</p>	<p>夏丹青，李文飞</p>	<p>解佳朋</p>	<p>郝人杰，孙明辉</p>
<p>空中机器人</p>	<p>董长丽</p>	<p>姚鑫桐</p>	<p>张博元</p>	<p>孙明辉</p>	<p>解佳朋，孙蒙蒙</p>

飞镖	孙蒙蒙		何培岩	孙明辉	董长丽，解佳朋
雷达	孙蒙蒙		何培岩	孙明辉	解佳朋，董长丽

表 5-2 机器人分工表

## 5.3 评审体系

机器人的评审是战队备赛阶段的重点，通过评审可及时判断方案可行性，是否达到需求，能有效减少高难度项目浪费大量物力人力仍无进展的现象发生。Horizon 战队的评审体系分为初审阶段和再审阶段。初审重在审核项目方案方向及可行性；再审重在判断项目是否达标，功能是否满足需求。

### 5.3.1 初审阶段

在新赛季规则发布后，战队已分析机器人定位并确定需求，各机器人组需根据需求构思如何实现功能。为避免项目初期方向有误，对整体造成影响，要求各机器人组在方案设计完成后进行项目初审。

初审团由该技术方向的指导老师及顾问组成，初审会上要求机器人各技术组进行技术答辩，要求各技术负责人对任务进行细分，预估各项目难度，并进行时间规划，初审团根据功能是否满足需求、可行性及人力物资耗费来判断该项目是否达标。若未达标则视为初审未通过，机器人组需在指定时间内对方案进行改进直至通过，若超过指定时间仍未给出合适方案，战队将更换负责人，对于通过的项目，可进行实物制作，要求机器人组在制作过程中及时向初审团反馈，初审团会提相对应的建议供参考。



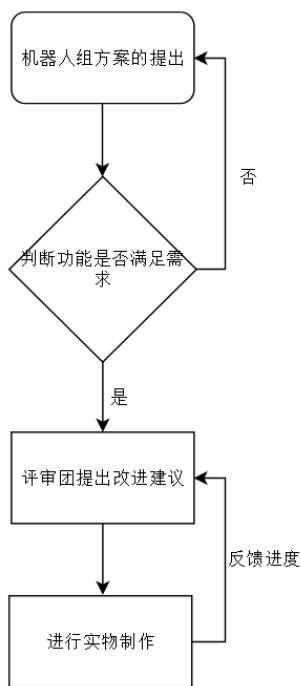


图 5-1 初审流程图

### 5.3.2 二审阶段

机器人各组完成相应的制作后，战队会安排机器人进行二审来验收项目，要求机器人组进行各项技术展示。

二审团由该顾问、指导老师及相关技术方向的讲师组成，二审会上要求展示项目完整功能，并简述实现过程，若此过程中，项目功能不满足需求则视为二审不通过，须在指定时间内完成修改再次进行二审直至通过，若超出指定时间，项目负责人需在大会时分析原因，战队需采取更换负责人重新制作或更改方向重新制定方案的措施来继续实施项目。对于通过的项目二审团会在二审阶段内给出相关参数优化建议。已通过的项目可进行联调测试，在测试中要及时反馈关键节点进展。

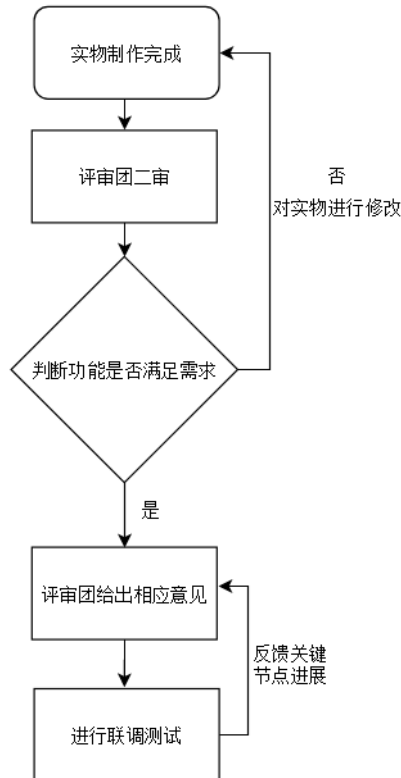


图 5-2 二审流程图

## 5.4 进度追踪

备赛的过程简单概括便是机器人的研发与测试迭代，前一任务拖延必定会对后续任务产生影响，若只在规定完成时间点验收任务是否达标，则机器人进度拖延会成为既定事实，只能通过延期处理，所以研发过程中的进度追踪也显得尤为重要。

在整个进度跟踪过程中，小进度追踪由各技术组组长负责，会每天与与各项目负责人沟通来及时发现技术难点，对于复杂的长时间仍无法解决的难点会提供相应的的解决思路来帮助他们解决问题。各技术组组长会严格控制技术方向，对于每一项技术难点都有规定相应的时间解决，若问题还是长时间无法解决，会考虑换其他方案来保证项目的进行。除每天沟通之外，每周有两次技术组会议，来确保项目能够在规定的时间内达到想要的结果。

大进度追踪由项目管理负责，前期会要求大家在 ONES 上填写周报，后期填

写日报, 并实时更新任务进度, 通过 ONES 的可视化管理以及结合日常的交流, 来判断研发进度是否按时推进。

项目名称	项目状态	项目负责人
第一版步兵 ☆	未开始	杜昊楠
第一版飞镖雷达 ☆	未开始	何培岩
第一版工程 ☆	未开始	马贺
第一版哨兵 ☆	未开始	李文飞
第一版无人机 ☆	未开始	张博元
第一版英雄 ☆	未开始	高世博
李印超 ☆	未开始	李印超
组委会各项考核 ☆	未开始	高美芳

图 5- 3 ONES 进度表

除 ONES 外, 战队还根据任务闭环分为周与月, 制定了周汇报与月大会来进行进度跟踪。月是大循环, 周是小循环, 大会谈任务分工, 小会谈任务进度。会前管理层会根据战队成员的日报、周报来确定本周开会的方向及相关内容, 会议内容会由运营组进行详细记录。

每周的会议会要求各机器人组汇报本周的进度、遇到的问题以及对之后任务安排的影响, 针对问题集体商量解决方法; 每月大会要求各组长详细叙述本月任务进度, 并对本组本月工作内容进行评价, 对之后的安排进行小范围更改, 对下月任务重难点进行分析。由队长对本月的问题进行总结, 根据本月完成情况, 对下月任务进行简单调整, 调整完后进行分工。

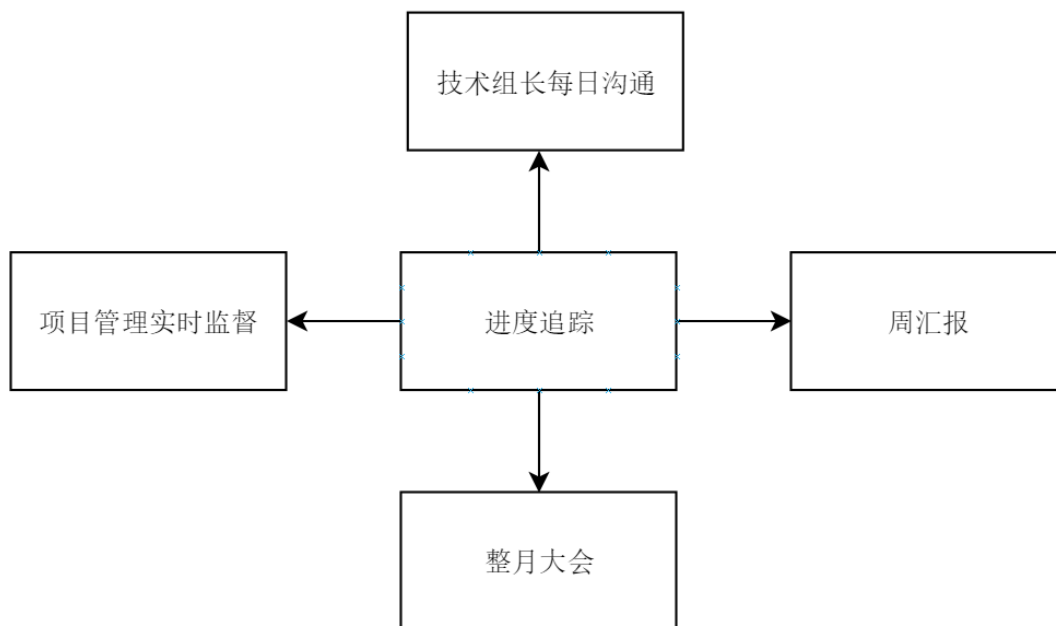


图 5-4 进度追踪

## 5.5 测试体系

测试目的为测试所有机器人的性能、功能及其它属性是否达到或满足预期目标，除此之外，尽可能发现机器人还存在的缺陷，从而对其进行改进。

### 5.5.1 测试记录

战队要求队员对于每一个机器人的每一项测试项目都建立测试文件夹，记录相应的测试内容。测试文件应当至少包括测试的文本和视频。

对于测试中遇到的问题，机器人组会做相应的分析，发挥自身力量解决，若遇到难度高无法解决的问题，会反映给队长和技术组组长，由大家商议解决并积极寻找帮助。

测试记录会在赛季结束后各机器人组总结注释后保存在 ONES 中。

### 5.5.2 测试内容

#### 1. 步兵

① 超级电容 ② 飞坡效果 ③ 自瞄效果 ④ 小陀螺效果 ⑤ 自动补弹效果  
⑥ 击打快速移动哨兵 ⑦ 发弹延时是否稳定在 100ms 以内 ⑧ 爬坡效果 ⑨ 弹道

## 2. 英雄

① 下供弹是否流畅 ② 底盘运动 ③ 发弹延时是否稳定在 100ms 以内 ④ 大陀螺效果 ⑤ 爬坡效果 ⑥ 弹道

## 3 工程

① 取弹效果 ② 下供弹是否流畅 ③ 操作手视角是否合适 ④ 发弹延时是否稳定在 100ms 以内 ⑤ 与英雄补弹效果 ⑥ 救援效果 ⑦ 底盘运动效果 ⑧ 弹道

## 4 哨兵

① 弹道 ② 视觉受灯光影响的稳定性 ③ 远距离打击 ④ 反小陀螺 ⑤ 移动打击效果 ⑥ 步兵与哨兵通信。

# 6. 资源管理

## 6.1 可用资源

### 6.1.1 资金来源

1. 华北理工大学人工智能学院投入创新创业资金
2. 战队参加 RoboMaster 比赛获得的奖金
3. 队员参加其他创新创业项目（大创项目）所获奖金
4. 队员参加其他竞赛（iCAN、TI 杯、互联网+等）所获奖金
5. 赞助商提供给战队的赞助资金

## 6.1.2 自有加工工具

工具	数目
三角洲 3D 打印机	3
数控三维立体雕刻机	1
台式钻孔加工机床	1
手持式电钻	2
木工机械推台锯	1
手持式电动切割机	1
台式电动砂轮机	1
气动研磨机	1
型材切割机	1
936 恒温焊台	1
25w 普通电烙铁	2
850A 热风枪	1
双路 100Mhz 示波器	2
学生电源	4
贴片机	1
回流焊	1
BGA 返修台	1
万用表	8

福禄克便携式示波器	1
红外热像仪	1
直流电源	3

表 6-1 自有加工工具

### 6.1.3 外部机加工工具

1. 与校工厂合作，借用车床等资源
2. 与未来工场合作，获得打印支持
3. 通过招商，与意向公司进行合作，定制所需零件

### 6.1.4 人力资源

本实验室秉承全员合作，团结一心的精神，由指导老师将目标及建议提供给各技术组负责人，由负责人衡量将任务分配给各队员，既让每个队员全力付出，又可以不断锻炼新队员，培养新队员的技术能力，以及培养新队员的实验室精神。在关键技术上指导教师会提出启发性建议和技术指导，并且由战队成员完成主要技术任务。为实验室成员分配简单任务，减轻战队成员的负担。赛季初我们已根据赛季目标及个人能力做了总体的任务分配，具体的分配会根据个人进度稍作调整。

#### 1. 工作量评估

各组组长在每周五晚会分配每个人的下周任务，每周会对组员本周表现进行评价，完不成者做检讨，解释拖延进度的原因，若是无技术问题，仅因个人原因造成了拖延，组长对其进行谈话，针对情节严重、屡教不改者给予劝退处分。

#### 2. 时间投入

在留够足够处理个人事务物时间的条件下，将所有剩余课外时间留在实验室

学习工作。实验室有打卡制度，根据每个人正常上课量的多少对每个人制定实验室工作最低时间，若低于时间段需要给出原因，若因懒散等原因需做出检讨，情节严重且屡次不改将酌情劝退。

### 3. 学业与实验室冲突

我们不提倡队员因为实验室的工作而耽误学业，鼓励队员参与科技类的创新创业项目，必要时实验室可提供资金及技术支持。项目管理在做整体计划时已将期末复习考试时间空出，这段时间供大家复习考试。每月最后几天项目管理会张贴下月日历，供队员标记自己的大小考试、竞赛等事宜，组长会根据每个人的时间安排合理的任务。遇到特殊的突发状况发生，则将紧急的任务提前，费时费力的任务推后处理，具体情况具体分析。

此外，学校对于 RoboMaster 机甲大师赛有学分置换政策。在 RoboMaster 机甲大师赛获得奖项可以置换部分专业选修课学分，减轻参赛队员学习负担。对于比赛中所应用技术的各专业老师也是鼓励参赛，积极支持。

## 6.1.5 官方物资资源

工具	数目
<b>C620</b>	28
<b>820R</b>	15
<b>420LITE（摩擦轮电调）</b>	10
<b>6623（单电调）</b>	2
<b>6623（电机含电调）</b>	11
<b>6025</b>	14



<b>6020</b>	9
<b>RM3508</b>	34
<b>GM3510</b>	3
舵机	6
snail 电机	16
2006 电机	10
<b>RM3510</b>	16
<b>E2000 动力套装</b>	6
遥控接收机	13
电池架	16
snail 电调	10
<b>C610 电调</b>	10
遥控器	8
<b>TB47(D)电池</b>	24
弹药箱	5
无人机遥控	1
<b>M100 飞机平台</b>	1
<b>RoboMaster 开发板 A 板</b>	3

官方陀螺仪	1
小弹丸	500
大弹丸	20
18 赛季装小甲模块	8
18 赛季装大甲模块	2
18 赛季裁判系统主控成品	1
18 赛季图传发射端	1
18 赛季图传接收端	1

表 6-2 官网物资资源

## 6.1.6 其他资源

除以上资源，实验室还拥有多个场地供大家学习各项技术，进行机器人装配及测试。

### ① 东区 A5-108

面积约 75 平。该室为实验室加工工具、电控仪器安放室。

### ② 东区 A5-109

面积约 150 平。该室为实验室仓库以及休息室。

### ③ 东区 A5-110

面积约 150 平。该室为机械组装室，占地面积大，空间充足，是机器人的加工、组装及部分测试的主要地点。

### ④ 东区 A5-112

面积约 75 平米。该室为视觉与运营组工作室，宣传物资存放于此，拥有 23

个座位，可供新人来实验室参观学习。有投影仪、白板等设备，例会讨论都在这里举行。

⑤ 东区 A5-113

面积约 90 平。该室为电控与机械工作室，拥有 18 个座位。电控组和硬件组物资存放在这屋，方便研发测试。

## 6.2 人力、进度安排计划

### 6.2.1 人力安排

在对新赛季各项任务进行规划后，由于许多任务是需要小组之间相互配合才能完成的（交叉任务），特推出研发组织架构，促进大家共同发现问题并设法解决问题，在解决问题中提高能力，养成实验室精神。

组别 兵种	电控组	硬件组	机械组	视觉组	测试组
步兵机器人	屈绍宇	郝人杰	杜昊楠，张家豪	王怡云	马昕，叶宏庆
英雄机器人	马昕	姚鑫桐	高世博	叶宏庆	屈绍宇，王怡云
工程机器人	郝人杰，赵乙澍	郝人杰	马贺，艾宇轩	解佳朋	李印超，孙明辉
哨兵机器人	李印超	姚鑫桐	夏丹青，李文飞	解佳朋	郝人杰，孙明辉
空中机器人	董长丽	姚鑫桐	张博元	孙明辉	解佳朋，孙蒙蒙
飞镖	孙蒙蒙		何培岩	孙明辉	董长丽，解佳朋
雷达	孙蒙蒙		何培岩	孙明辉	解佳朋，董长丽

表 6-3 人力安排

## 6.2.2 进度安排

备赛的过程简单概括便是机器人的研发与测试迭代，进度拖延时能及时被发现作出调整而不是任由其无限期拖延下去是每一支战队所期望的，19 赛季战队采取了倒排工期措施：为减小前一任务拖延对后续任务的影响，到达任务规定最晚期限时，若任务仍无法达标，召开技术讨论会，难度系数超出范围则砍，仍有希望达到则安排主力专攻。

在上一赛季倒排工期小有成效，拖延进度的现象大大减少，因此本赛季仍沿用倒排工期措施来针对各项目进行进度安排。整个赛季的各项安排已在第二章提出，下表为新赛季的进度安排规划。

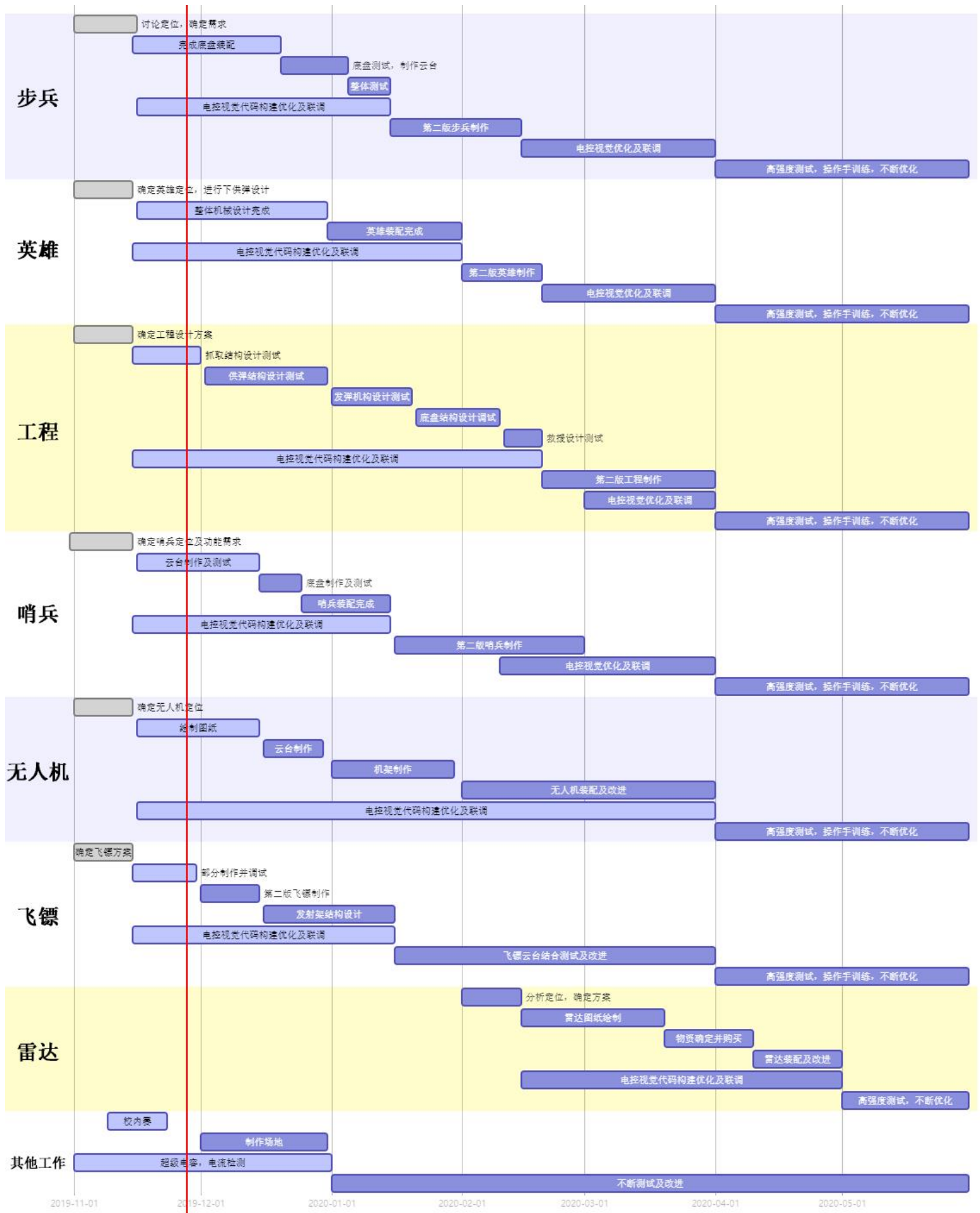


图 6-1 进度安排计划表

## 6.3 预算

### 6.3.1 机器人经费

在 RM2020 赛季，战队获得总支持资金为 16 万元。我们针对去年的不足，以及在新赛季的侧重点进行对各机器人资金进行了划分。

预计具体花费开销如下：

兵种	资金
步兵	16900
英雄	15300
工程	18820
哨兵	11380
无人机	45100
飞镖	2690
雷达	6550
剩余（用于分区赛迭代+第 3 台步兵）	26360

表 6-4 机器人经费

根据机器人在赛场作用和战队战术、战队加工工艺等方面进行权重分析后，对各个机器人分配的资金需求如下：

#### 1. 步兵机器人

约 1.7 万/台。1.2 万元用于购买官方物资、导电滑环、minipc 和高清摄像头，0.1 万元用于前期测试所消耗的铝方管、玻纤板以及 3D 打印料。0.1 万元用于超级电容的研发与测试，剩余 0.3 万元用于迭代机器人制作。8

## 2. 英雄机器人

约 1.5 万/台。0.9 万元用于购买官方物资、导电滑环、minipc 和高清摄像头，0.1 万元用于前期测试所消耗的铝方管、玻纤板以及 3D 打印料。0.1 万元用于超级电容的研发与测试，剩余 0.4 万元用于迭代机器人制作。

## 3. 工程机器人

约 1.8 万/台。1.3 万元用于购买官方物资、气动元件、minipc 和高清摄像头。0.2 万元用于前期测试所消耗的铝方管，玻纤板以及 3D 打印料，剩余 0.3 万元用于迭代机器人制作。

## 4. 哨兵机器人

约 1.1 万/台。0.8 万元用于购买官方物资、导电滑环、minipc 和高清摄像头，0.1 万元用于前期测试所消耗的铝方管，玻纤板以及 3D 打印料，剩余 0.2 万元用于迭代机器人制作。

## 5. 无人机

约 4.5 万/台。2 万元用于机身和动力系统的升级，0.8 万元用于购买官方物资、高清摄像头和 minipc，1.2 万万元用于购置无人机电池，剩余 0.5 万元作购买消耗品。

## 6. 飞镖

约 0.3 万/台。0.05 万元用于飞镖方案的测试，0.16 万元用于飞镖发射架的构建，剩余 0.9 万元用于迭代机器人制作。

## 7. 雷达

约 0.7 万/台。0.7 万元用于购买 minipc 和高清摄像头及少量耗材。



## 6.3.2 实验室管理预算

实验室每赛季拥有管理资金 5000 元。看电影、聚餐、集体玩游戏（包含线下互动游戏、线上网络游戏）、定制队服等大型团建活动中的消费皆由大家 AA 承担。而对于节日的小型庆祝活动，例：万圣节的糖果惊喜、圣诞节的平安果、取得大型进展的夜宵等皆由实验室的管理资金承担。预计 5000 元可供战队消耗至分区赛前后，若后期资金不足，项目管理会向管理层申请增加管理资金。

## 6.3.3 成本控制

由队长及组长商议后确定各兵种及任务负责人，并对任务进行风险把控，这其中关于成本的控制十分重要，因此战队制定了财务报销制度：每种方案的提出须由方案负责人向组长队长提交技术详细说明（例机械提交图纸、电控提交技术方案流程图），同时还须提交详细 BOM 表，方案通过后可获得资金投入制作。

除此之外完善报销流程，要求队员购买物资之前根据物资用途以及价格综合考虑，仔细挑选实用性强的产品，并核对现有物资，仔细检查是否有现有可用或可替代物资，避免浪费。具体流程如下：

1. 申请人提出购买申请，经由相关负责人同意后方可购买物资，备注物资用途。
2. 按照申请表要求如实填写申请表。
3. 申请表需要找组长签字。
4. 经队长或项目管理审核通过后可获得资金投入制作

## 7. 宣传/商业计划

### 7.1 资源来源规划

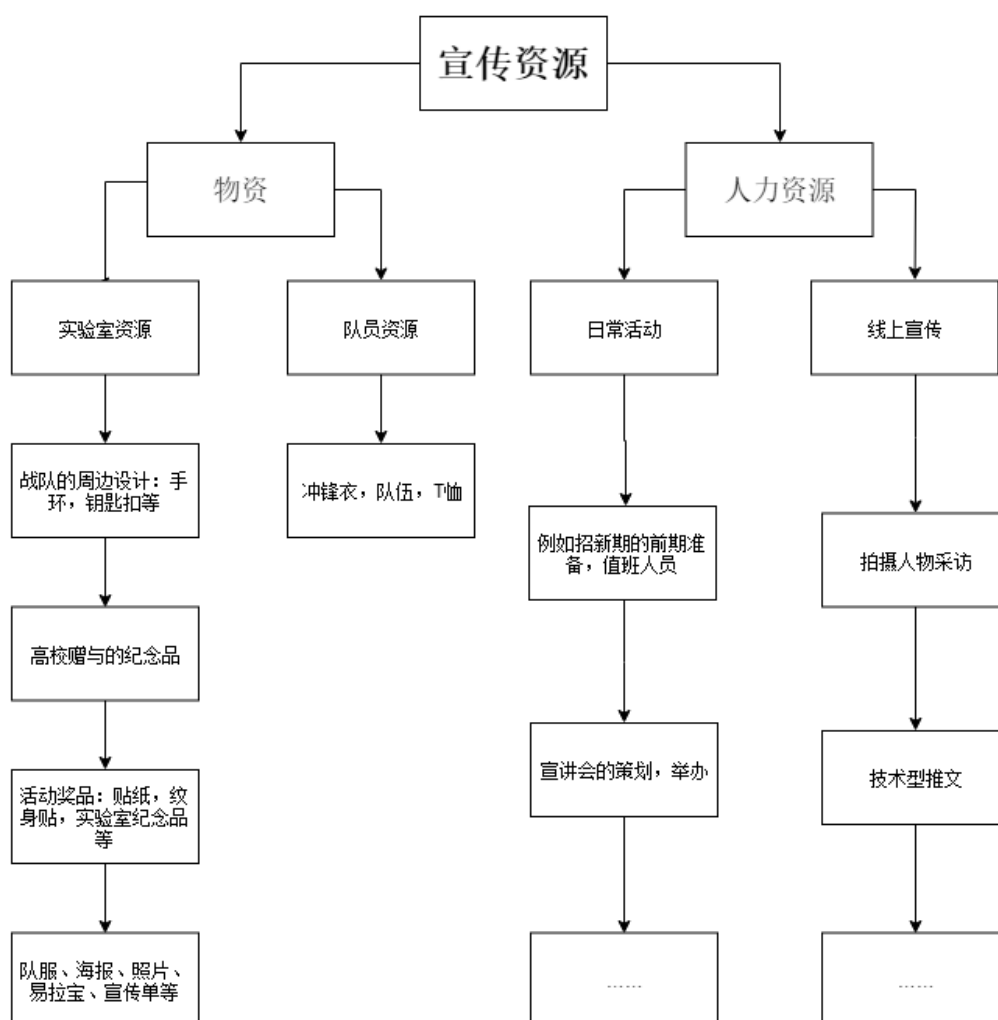


图 7-1 资源来源规划

### 7.2 宣传计划

Horizon 战队目前已成立四年，我们的首要目的当然是竭尽所能让战队在大赛中取得更好的成绩，但作为一个团队，单单强调成绩是不够完整的，团队文化建设也必不可少。虽然文化建设对战队整体技术水平不会有关键作用，但对于战队精神的传承以及战队士气的提升都有极大帮助。

## 1. 宣传的目的

我们的初期目标是宣传 RM 大赛以及提高战队、提高比赛在同学们心里的认知度，扩大战队在学校的影响力，同时希望通过宣传将战队的的生活、趣事记录下来，留下宝贵的回忆。而战队作为大赛宣扬青年工程师文化的主体，这点追求是远远不够，因此我们更高一级的目标是希望通过我们的宣传让更多的人了解青年工程师精神，带动同学、学校甚至社会形成工程师文化。

## 2. 宣传的形式

宣传工作分为线上和线下两部分。

① 线上宣传分为公众号、QQ、微博三大块，主要以公众号为核心。回顾以往的推送工作，发现由于宣传人手的缺失，内容形式非常单一（多数为图文），风格排版不够统一，精品内容较少。目前来看，效果不是很好，阅读量不是很可观，同时缺少与阅读人群的互动。

② 线下宣传活动主要以战队招新、宣讲会以及学校的各类社团活动为主。回顾以往的线下活动，大多数都是在食堂和 HK 科技教学楼前摆放帐篷为主，同样的形式较为单一。

## 3. 人才的培养

为了解决当前宣传工作遇到的问题，我们现在正在组织新人学习 PS/PR/AE/Office 等软件的基本使用能力，能够完成海报、照片后期、PPT 撰写等任务，并能够使用手机或相机等设备记录战队日常，拍摄视频。

## 4. 未来宣传规划

战队宣传主要分为线上和线下两个部分。

① 微信公众号的宣传主要以精品内容为主，在近一段时间我们会新开辟几个推送栏，包括人物采访栏、实用干货栏、战队日常栏，希望通过新的栏目来丰富公众号的内容。由于公众号的推送制作周期较长，人手不足，暂时计划希望实现一周两更。

② 微博 QQ 的宣传主要以战队有趣日常分享、活动速报、主打活泼风格，

增强与阅读人群的互动性。虽然这样的形式不能够很直接的工程师文化的宣扬，但希望通过这种幽默风趣的方法提升战队的趣味性，让战队更有活力。

③ 招新期的地点除了食堂还有教学楼，新生懵懂的军训期间是宣传的好时机，计划在明年新生的军训期间，将机器人带到操场上进行展示，同时在开学不久每个学院都会举办迎新晚会，这也是宣传很好的机会，届时可以联系机械、人工智能、电气等学院举办联合活动，增强战队在新生中的曝光度。

④ 提高和其他社团的联动性，积极参加学校举办的科技文化节，百团大战等活动。

### 5.时间表

时段	时间规划	宣传方式	目标
招新时期	9月初——9月底	建立新生群，剪辑招新视频，张贴招新海报和横幅，同时联系校园号以及各大渠道进行转发。与其他学院或社团举办表演节目或活动。	让新生感受到机器人的魅力，预计招新 300~400 人。
考核期	10月初——11月底	战队招新基本完成，进入下一步的培训考核期。同时在不太紧张的备赛初期，应该提高所有公众号的活跃程度，获得更多粉丝。	此时的宣传工作主要以新生为主，增强战队与新生的互动。

备赛期	12月初到5月底	此时备赛进入正轨，此时可以利用各大节日节点发送定期推文，并记录队员在备赛期间的有趣日常，拍摄人物采访。	此时宣传工作进入平淡期，希望通过更多创新想法以及新开辟的栏目让宣传渠道形式更加规范。
比赛期	5月底到8月	此时备赛进入后期的紧张工作，应该大力度宣传比赛，在比赛期间，联系学校校园号进行转发比赛实况，让同学们及时了解比赛进度。	提高比赛在学校的认知度，让同学们感受到机甲大师比赛的魅力。

表格 7-1 时间表

## 7.3 招商计划

### 1. 招商需求

① 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；

② 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。

③ 扩大华北理工大学 Horizon 战队的社会影响力，更好地传播大赛文化及比赛宗旨，让更多的人了解到机甲大师赛了解到华理 RM 实验室。

### 2. 能提供的权益

(1) 实验室可以通过自有的微博、微信、QQ、哔哩哔哩、战队官方网站等新媒体平台进行冠名赞助商品品牌的宣传，同时在实验室的推文、宣传海报、大型线下活动中进行赞助商宣传，附加赞助商 logo，同时在每篇推文中附加赞助商标签，让更多的人能了解到赞助方。

① 微博：不定期与冠名赞助商官方微博互动、转载官微

② 微信：实验室微信公众号推文末尾放置赞助商图标

③ QQ：战队 QQ 公众号同步转载公众号技术类相关推文，不定期发布赞助商相关信息。

④ B 站：战队为冠名赞助商产品做测评视频，在 B 站等视频网站推广。

(3) 战队在校园内举办各类活动中进行冠名赞助商品牌宣传，包括宣传单，海报等宣传物品上的 logo 印制、推文文案宣传、物资及视频宣传等。

(4) 战队在不影响正常参赛前提下使用冠名赞助商提供的零配件并作为战队指定使用产品。

(5) 参加各大展会展示及比赛时，最大限度的露出冠名赞助商品牌；同时若有来校招聘，实验室将配合冠名赞助商来校宣传、招聘等活动。

(6) 参赛战队可为企业提供技术理论支持以及辅助相关专业人士对接。

(7) 战队举办校内赛以冠名赞助商名称举办，如：×××杯华北理工大学 RoboMaster 机甲大师校内赛。

附：

(1) 产品测评：主要是针对机器人中常用耗材相关企业。通过咨询了解赞助意向，企业免费提供耗材给我们使用，我们针对产品做一系列的测评工作，将使用体验、强度等一系列数据，配上我们制作机器人的图片，写成测评报告，供企业用作产品宣传。

(2) 资源置换：对于战队的一些创新创业大赛的参赛作品、专利等，可以和企业进行资源置换。他们提供资金我们提供专利和产品。

(3) 校内宣传：战队参加或与其他组织联合举办的校级活动（如优秀毕业生宣讲会、校科技创新文化节、社团节、百团大战、招新宣讲会、机器人大赛校内赛等）可对企业进行宣传，定制一些含有企业标识的周边作为礼品分发，粘贴企业 logo 于机器人外观。

权益附表：

序号	合作形式	权益说明
1	战队冠名权	受赞助战队的队伍冠名权限
2	战队指定使用产品	受赞助战队在比赛过程中，使用赞助商指定的相应产品或服务
3	战车车体广告	受赞助战队的战车车体上可体现赞助企业的广告位置
4	战队比赛服饰广告位置	受赞助战队的队员的比赛服饰上可体现赞助企业的广告
5	比赛采访广告	比赛期间参赛队员接受各媒体不定期的采访可提及赞助商及相关产品
6	校内展位广告	校园展位展示时可体现赞助企业的广告位置，或展示指定产品
7	实验室公众号广告	华理 RM 机器人实验室公众号推送可体现赞助企业的广告位置
8	校内外新闻宣传广告	校内外发布的战队比赛新闻，对赞助企业可起到宣传作用
9	校内视频宣传广告	校内比赛、招新等视频可体现赞助企业的广告位置
10	实验室自制宣传品广告	实验室宣传所用的自制海报、宣传手册等可体现赞助企业的广告位置

11	校内比赛场地宣传	实验室举办的校内比赛的场地可体现赞助企业的广告位置
12	其他未列入项目	具体项目洽谈商定

表格 7-2 权益附表

### 3. 赞助来源

- ① 淘宝等常购店铺。
- ② 各个活动时的校外企业。
- ③ 各个生产定制厂家。
- ④ 春秋两次双选会的机械、科技相关企业。
- ⑤ 平时各种活动中遇到的对实验室感兴趣的企业家可开发投资。