

第二十届全国大学生机器人大赛

ROBOMASTER 2020

机甲大师对抗赛



上海工程技术大学
Shanghai University of Engineering Science

赛季规划



SUES 木鸢机甲
BirdieBot



机甲大师
ROBOMASTER

目录

一、 大赛文化	1
二、项目分析	3
2.1 新赛季规则解读	3
2.2 步兵机器人	5
2.2.1 需求分析和设计思路	5
2.2.2 主要工作内容	5
2.2.3 人力分配及时间节点评估	7
2.3 英雄机器人	7
2.3.1 需求分析和设计思路	7
2.3.2 主要工作内容	8
2.3.3 人力分配及时间节点评估	9
2.4 工程机器人	9
2.4.1 需求分析和设计思路	9
2.4.2 主要工作内容	10
2.4.3 人力分配及时间节点评估	11
2.5 哨兵机器人	12
2.5.1 结合规则分析功能需求	12
2.5.2 列举主要工作内容和改进方向	12
2.5.3 资源、人力、资金评估	13
2.5.4 时间节点评估	14
2.6 空中机器人	15
2.6.1 需求分析和设计思路	15
2.6.2 主要工作内容	15
2.6.3 人力分配及时间节点评估	16
2.7 飞镖系统	17
2.7.1 需求分析和设计思路	17
2.7.2 主要工作内容	17
2.7.3 人力分配及时间节点评估	18
2.8 雷达站	19
2.8.1 需求分析和设计思路	19
2.8.2 主要工作内容	19
2.8.3 人力分配及时间节点评估	20
2.9 本赛季整体时间节点规划及经费规划	21
三、组织架构	23

3.1 队伍管理架构.....	23
3.2 战队成员分布.....	24
3.2.1 战队成员专业分布.....	24
3.2.2 战队成员年级分布.....	24
3.4 指导部门分工.....	25
3.3 研发部门分工.....	25
3.3.1 机械组分工情况.....	26
3.3.2 电控组分工情况.....	27
3.3.3 算法组分工情况.....	28
3.4 运营管理部门分工.....	30
3.4.1 宣传部门分工.....	30
3.4.2 项目管理部门分工.....	30
3.4 团队氛围建设和队伍传承.....	31
三、团队协作.....	32
4.1 资料整理.....	32
4.2 协作工具.....	33
4.2.1 机械组图纸协作规范.....	33
4.2.2 代码协作规范.....	33
4.2.3 文档协作工具的使用规划.....	33
4.3 团队管理工具.....	33
4.4 培训、自学.....	34
4.4.1 机械组培训.....	34
4.4.2 电控组培训.....	34
4.4.3 算法组培训.....	34
四、审核制度.....	35
4.1 团队成立计划（正式报名前期工作）.....	35
4.1.1 立项.....	35
4.1.2 组建基本成员.....	35
4.1.3 商定整体计划及方向.....	35
4.1.4 计划审核.....	36
4.1.5 成立小组并招募人手.....	36
4.2 机器人的周期计划.....	36
4.2.1 分组商讨.....	36
4.2.2 建立模型.....	37
4.2.3 出工图及加工.....	37

4.2.4	实物模型	37
4.2.5	测试改版	37
4.3	赛季阶段总结	37
4.3.1	基本工作开展（规则测评及以前）	38
4.3.2	全面开展前期（赛季规划上交以前）	38
4.3.3	重点工种出实物（中期形态视频上交之前）	38
4.3.4	全面开展中期（裁判系统测评之前）	38
4.3.5	全面开展后期（设计报告上交之前）	38
4.3.6	完成期调试更版（完整形态视频上交之前）	39
4.4	评审体系	39
4.5	进度追踪	40
三、	资源管理	40
6.1	可用资源	40
6.1.1	资金	40
6.1.2	自有加工工具	40
6.1.3	外部机加工工具	41
6.1.4	人力资源	42
6.1.5	官方物资资源	42
6.1.6	测试场地	43
6	宣传/商业计划	46
7.1	宣传计划	46
7.1.1	战队的宣传力量	46
7.1.2	宣传工作的安排	47
7.1.3	宣传的内容与目标	48
7.2	招商的必要性分析	48
7.2.1	提供权益	49
7.2.2	潜在赞助商来源	49
7.2.3	招商执行	50
7.2.4	目前进度	50
7.2.5	阶段目标	50

一. 大赛文化

RM 大赛是学生的盛会，也是未来工程师的摇篮。因此树立工程师精神，培养工程师素质是万分重要的。RM 大赛塑造了我们不断创新，开拓进取的精神。

RM 大赛的参赛对象是对于大学生群体，致力于学生的工程师精神的培养及能力的提升。而大赛在机械结构设计，电子控制，算法控制乃至团队管理对于我们提出了更高的要求。其比赛形式对我们提出了经久耐用，而非极限设计的出发点，考验了我们多系统的配合以及综合运用，而非单方面的出类拔萃。作为大型比赛，大赛旨在培养我们各项目组的分工合作，任务安排与协同，这对于未来公司的项目合作，团队管理至关重要。

大赛辐射的不仅是圈内人士，而是面向全社会。由新媒体，网络等全方位的直播，宣传与发扬工程师精神。其倡导的比赛精神与激烈的竞技竞争，吸引着社会资源的注入，保持该比赛蓬勃的发展。

一个 RM 团队不是零散的个体组成，亦不是简单的比赛合作者，而是一个结构合理的科技创新团队。其成果为产品及上场机器人，而非纸上谈兵的创意。做产品涉及到整个团队财务管理，项目管理，团队人才储备管理及培养，其错综复杂不亚于一家小科创公司。只有前期准备及服务保障的顺利进行，才有技术部门的研发与制造的平稳进行。

上海工程技术大学机械与汽车工程学院成立木鸢 BirdieBot 战队参与该项赛事看中的是培养学生自我学习，学以致用，讲求实践，团队合作的期望。在繁杂而又单调的课程中我们缺乏实践的机会，缺乏跨部门合作的经验，因此我战队着重希望在改比赛中培养同学的实践能力与跨学科间合作及管理能力。作为一支新的战队，我希望我们能赛出自我，突破自我。

本战队隶属的实验室目前位于上海工程技术大学交通大厦 8B401 “大学生创新工作室”，其前身是 2006 年成立的隶属于机械工程学院的“机器人社”。2010 年，在学校和学院的大力支持下，为积极响应教育部卓越工程师计划，在原“机器人社”基础上创建了一个以学生为主体的综合创新实验室，并同时挂牌“机器人实验室”。工作室每年组织学生参加在全国大学生中具有广泛影响力和知名度的各类竞赛和科技创新活动，以赛促练，显著提高了学生创新实践和团队合作的能力。学生科技项目活动队数及人数逐年递增，目前已累计 500 余名学生常年在工作室进行项目活动；累计参加项目实践的总数高达 1200 人次。



图 1 实验室历年机械学科类竞赛获奖图以及团建图

2019年第六届
全国大学生工程训练综合能力竞赛
2019 The 6th National Undergraduate Engineering Training Integration Ability Competition
中国·天津 2019.6.1-6.2

杭州未来科技城杯
第八届全国大学生
机械创新设计大赛决赛
英雄凯旋 美好回忆

挑战杯、
创造杯、
数学建模

无碳小车

3DDS 全国
3D大赛

机器人赛事、挑
战杯、创
造杯

机器人创挑、恩
智浦室外光电、
WAIC等

序号	竞赛名称	竞赛级别	竞赛类别	竞赛时间	竞赛地点	获奖情况
1	2019年第六届全国大学生工程训练综合能力竞赛	全国	工程训练	2019.6.1-6.2	天津	一等奖1名, 二等奖2名, 三等奖3名
2	2018年第八届全国大学生机械创新设计大赛	全国	机械创新设计	2018.12	杭州未来科技城	一等奖1名, 二等奖2名, 三等奖3名
3	挑战杯、创造杯、数学建模	全国	创新创业/数学建模	2019.3-2019.10	各地	一等奖1名, 二等奖2名, 三等奖3名
4	无碳小车	全国	机器人/机械	2019.4-2019.6	各地	一等奖1名, 二等奖2名, 三等奖3名
5	3DDS 全国 3D大赛	全国	3D打印	2019.5-2019.7	各地	一等奖1名, 二等奖2名, 三等奖3名
6	机器人赛事、挑战杯、创造杯	全国	机器人/创新创业/数学建模	2019.3-2019.10	各地	一等奖1名, 二等奖2名, 三等奖3名

基于可生物降解包装材料的快递包装机

图 2 实验室历年参加的比赛

二、项目分析

2.1 新赛季规则解读

本队虽然是第一年参赛，但通过对去年的比赛细则的仔细研读以及对比赛实况录像的多场并多次观看，对比赛的实际战况以及规则的解读还是有一定自己的理解。对于今年新发布的最新比赛细则，相比较于去年的比赛规则，我们队内进行了一定程度上的剖析和解读，并赋予了我们自己的理解。

- 1) **被削弱的无人机偷家的战术：**由于去年的 RM 总决赛中，拿到能量机关 BUFF 的东北大学的无人机一起飞就把上海交通大学的基地击毁，甚至几乎很多场都是无人机偷家的战术使得地面单位显得尤为无能为力，规则上也明确了只能空对地，但地面单位不能攻击空中机器人，因此带有能量机关 BUFF 以及精准射击弹道的空中机器人在这个赛季中显得尤为无敌，但事实上很多院校的空中机器人在分区赛中并没有发挥到很大作用，而东北大学却利用了这套神奇战术，一路“斩”到底。但事实上，空中机器人无敌制霸的存在，使得地面单位做的再优秀也无济于事，这显然存在着一定的不公平性。显然这次新规则中加入的前哨站这一单位明确的表示了 RM 组委会官方并不想看到不可抗力因素（为了安全地不能对空，无人机免疫一切伤害）而造成的压制性胜利，可能 RM 官方更想让大家看到激烈的地面对抗，而不是毫无悬念比赛。
- 2) **“新伙伴”前哨站：**今年需要逐步拔除前哨站、哨兵，才能真正使得基地护甲打开。新增的虚拟护盾机制也一定程度上防止了前哨站被击毁后，基地被敌方吊射的骚扰而带来的基地掉血而最终输掉比赛。但如若机器人的发射精准度高且操作手的操作技术娴熟，依然能通过吊射的方式赢得胜利，但这也是考验机器人的研发水平以及操作手的操作水平的一大修改，一定程度上进一步增加了整个战局的公平性以及战局的观赏性。
- 3) **“双炮奇兵”新哨兵：**今年新规中哨兵迎来了一波小加强，变成了双炮管，并新增类似于“饮血剑”的功能，进一步增加哨兵的战斗能力和防御能力，且使得哨兵的自动瞄准显得更加重要，根据以往，哨兵在场上的存在感并不高，因为很多院校并没有重视哨兵及其自瞄功能的开发。根据今年哨兵轨道的平直放在基地门前，就像一个防御塔一样，进一步的加强对基地防守，且在增益点失效的情况下也使得敌方难以直接冲家进攻。在前哨战未击毁时，哨兵获得 100%的防御状态，以往的占据堡垒地形获得防御增益后配合“小陀螺”击毁哨兵的画面将不复存在。

- 4) **不用登岛的资源岛**：资源岛的大幅度修改减少了今年对登岛的门槛，这对工程机器人的制作一定程度上减少了一些负担。由于今年新增加了两个单位使得新队的研发任务进一步加大，因此删除登岛这一修改一定程度上减少了新队的研发工作量，也能够让老队伍需要重新构思拆除上岛机构的工程机器人的构型设计，使得机动 17mm 发射机构装在工程机器人上成为了可能，因此未来赛场上将会有类似“武装采矿车”，“双管机动步兵”之类的机器人产生，进一步增加比赛的不确定性和观赏性。另外减少 42mm 弹丸在小资源岛的数量，增加在大资源岛上 42mm 弹丸的数量，这将更加考验工程机器人的操作和取弹优先级的思路以及与英雄车的配合，而非设计上的盲目照搬。将会有，武装采矿车，双管坦克之类的机器人产生。
- 5) **“天眼”雷达站和指挥官**：雷达站类似于战争中的指挥司令部，它可以看到全局状态，并可以在此基础上加上目标跟踪而产生的“报点”功能，或者加上目标检测数据分析而产生“军师”功能等。雷达站的二次开发拓展功能可以天马行空，具有无限的可能，这让使得算法组在全队中的重要性又更进一步，因为以往算法组的同学只能进行自动瞄准任务的开发。更值得注意的是，雷达站的操作手可以同时操纵空中机器人的云台发射机构，又可以操纵飞镖的发射，这毫无疑问的使得这位操作手成为了全队的指挥官，虽然这位操作手并不能操纵任何一台地面机器人，但他却掌握着全场的第一手信息资料，可以根据战况指挥全队。
- 6) **“决胜千里之外”飞镖系统和增益点**：飞镖系统击中后产生的 30 秒增益点（基地和前哨战）失效的功能使得今年难攻易守开局局面可以得到暂时的解除，这样使得进攻方能够采取“闪电战”对敌方机器人和前哨站进行打击，因为在没有飞镖系统击中对方基地或前哨站时，增益点的存在使得率先进攻的那一方非常不利，难以抗衡。另外今年新增的几个增益点，尤其是资源岛增益点使得双方对抗将会更加猛烈，而不会因为“守家”容易而在基地、环形高地等地形形成防御阵型而相互不发生进攻和冲突。因为资源岛增益点对空中机器人的起飞能量积攒产生了巨大增益，那抢夺资源岛增益点成为双方开局的兵家必争之地。
- 7) **“战地医生”工程机器人**：今年将允许未展开状态的工程机器人获取补给区的 17mm 弹丸，这增加了工程机器人的重要性，并且工程机器人今年不光是拖你回复活，最亮的部分恐怕是工程车携带场地模块直接复活机器人吧，总而言之，一系列的改变增加了工程车的权重，让他在赛场上需要做更多的事情。相当于把工程车的上岛需求去掉，拆分成了很多其他的需求，救援，复活，供弹。今年的能量机关照去年没有太多的改动，但大能量机关的 buff 可以更快的推动比赛后期的进度。

8) **MOBA 类游戏的经验等级系统**: 我觉得今年最亮的部分要送给经验与加技能点系统, 这个系统允许你的车向不同的方向发展, 可以使得机器人血量变得更高, 或者更能打, 或者机动性更强, 这更加给比赛带来了不确定性, 我们可以看到天赋异禀的机器人进行战斗。

2.2 步兵机器人

2.2.1 需求分析和设计思路

步兵作为战场上的主要战斗力之一, 最主要和最基本的功能就是移动和射击。基于这两个功能需求可以列出以下主要设计模块的设计要求:

- 1) **车架模块**: 有足够的承载性能和抗变形强度, 满足其他模块便于安装的要求;
- 2) **悬挂模块**: 要保证步兵机器人足够的地面行驶通过性、行驶平顺性以及行驶稳定性;
- 3) **电控模块**: 电路运行稳定, 模块化安装, 具有一定的防护;
- 4) **云台模块**: 有足够的承载性能, 平顺、稳定和快速的运动性能;
- 5) **射击模块**: 有稳定的弹药供给和平顺快速的射击性能, 还要具备快速响应的手动瞄准和精确的快速自动瞄准功能;
- 6) **超级电容**: 可以在短时间提供强大的输出功率, 保证步兵机器人的快速移动。由于今年加入了升级制度, 超级电容组需要做一个根据功率限制等级所对应的功率限制来进行动态更变超级电容的输出量;
- 7) **热量控制**: 减少由人控制导致的失误, 最大限度发挥射击的威力;
- 8) **能量机关**: 涉及到电控和视觉技术, 相关技术研发难度较大, 算法组将在后期着手研发;

2.2.2 主要工作内容

1) **车架模块**: 设计的车架形式为整体式承载车架, 在满足强度和模块化安装要求的前提下进行一定的轻量化设计。为保证设计的可靠性, 对设计的模型进行初步的有限元分析并根据分析结果加以改进和优化。车架还需具备保险杠, 以防止悬挂受到冲击导致机器人无法正常运动移动。采用强度和硬度较高的铝合金板材和铝合金管材作为主要的加工材料, 保证整体式车架具有足够的抗变形强度的同时控制整车的重量;

- 2) 悬挂模块:** 悬挂形式为纵臂式悬挂, 避震器采用常见的车模用螺旋弹簧避震器, 后期可能还会增加横向稳定器, 使底盘具有一定的防侧倾功能, 保证整车的运动平稳;
- 3) 电控模块:** 硬件设计采用模块化设计, 使其能便于安装调试和布线的同时还具备一定的防护性, 防止战斗过程中, 被弹丸击中或者因为冲撞导致电子元器件的损坏。C620 电调以及超级电容组及各类电子元器件都做到不能外露的效果;
- 4) 云台模块:** 根据射击模块的结构形式以及供弹形式进行云台机械结构设计。由于 6020 云台电机质量和体积较大, 故设计中尽可能让两个旋转自由的云台电机居中布置, 保证云台模块运动的快速、稳定和平顺, 使用远端同步带传动, 使得云台上部负载消除, 云台电机只需输出扭矩驱动 Yaw 轴即可;
- 5) 射击模块:** 发射机构采用摩擦轮发射形式, 发射机构的设计要求是在一定的射击范围弹着点范围控制在小装甲模块面积内。考虑到步兵所用的弹丸轻小, 弹药数量的变化引起的重心位移较小, 供弹采用上供弹形式; 射击要具备手动瞄准和自动瞄准功能;
- 6) 超级电容:** 在保证超级电容提供的功率和续航时间上, 尽可能减小超级电容硬件的体积至妙算大小。首先能够实现充放电加速, 其次再实现根据等级高低来软件控制超级电容硬件更换放电功率
- 7) 热量控制:** 热量控制程序要根据新的规则进行修改以适应不同机器人等级下对弹速的不同要求。具体弹速需根据测试结果来进行进一步的判断, 弹速大小要保证子弹的散射范围小于小装甲板面积;

2.2.3 人力分配及时间节点评估

表 1 步兵机器人人力分配及时间节点评估表

步兵机器人	人力分配	技术指标	时间节点评估
云台模块	机械结构，重心调整：2 人	三维软件掌握、熟悉常用零件和装配方式	一个半月
	PID、陀螺仪：1 人	熟悉陀螺仪使用和闭环控制	一个月
底盘总成	车架、悬挂、电控硬件：2 人	三维软件掌握、熟悉常用零件和装配方式，了解其他战队的悬挂结构	两个月
	功率控制、超级电容：2 人	电控基本知识并掌握基本电路硬件知识	两个月
发射模块	弹道稳定、防卡弹：3 人	三维软件掌握、熟悉常用零件和装配方式	三个月
	热量控制（包括拨弹频率和摩擦轮速度控制）：1 人	熟悉闭环控制	一个月
自瞄功能	识别装甲，云台控制：4 人	需要视觉组和电控组共同合作。	三个月

2.3 英雄机器人

2.3.1 需求分析和设计思路

1) **底盘**：在承重要求达到的情况下，做到最小的质量和，外边完全焊接，保证其撞击时的稳定性，并巧妙的和其他模块完美搭配。

2) **悬挂模块**：采用创新型的平行四边形悬挂，解决了普通悬挂在工作过程中产生的外八问题，保证了麦轮方向的准确性，同时弹簧竖直稍偏斜，在保证启动和刹车时冲力可被吸收时，还

可以保证平常行驶过程里的冲力吸收。

- 3) **发射系统模块**: 以弹道稳定, 弹丸处动量大为目标和基本来设计该发射系统。
- 4) **自瞄系统**: 使用视觉分析, 在人为操作时能够自动识别瞄准目标, 精准打击对手。
- 5) **取弹系统模块**: 巧妙设计使英雄车能够在最短时间里快速补充弹丸, 取弹口的广口设计使每一颗弹丸都不会被遗漏。
- 6) **云台模块**: 保证平滑, 稳定, 快速的运动特性, 使之具有下动上不动, 弹动云台不动的实战效果。

2.3.2 主要工作内容

- 1) **底盘模块**: 在适应裁判模块的前提下进行设计, 更新四代, 最终以最平衡的载重和质量比得出最终底盘结构, 选择最合适的连接方式, 保证在某一部分出错的情况下能够轻松替换, 以保证整车最基本的安全性能;
- 2) **悬挂模块**: 以满足无论何时何地麦克纳姆轮都可以按照所设计的程序正常工作的初衷下, 创新性的采用了平行四边形设计方案, 避免了外八情况产生, 弹簧放置的斜度也为考虑过车辆启动, 行驶过程, 刹车三种基本情况下, 其重心位置改变幅度, 和三种情况在整个行驶过程中的占比, 推出最佳的弹簧原始斜度角, 整个悬挂保证整车的运动平稳和其他模块正常使用;
- 3) **弹丸发射系统模块**: 弹丸发射系统此次分为 42mm 和 17mm 两类, 由稳定弹道和可赋予弹丸规定的初速度组成, 作为伤害对手, 赢得比赛的主要模块, 保证弹道与弹丸发射方向最基本的相对重合, 减少弹道对弹丸初动量的影响, 更重要的发射系统, 保证了其发射方向上的最大限度初速度和其他方向上无干扰初速度;
- 4) **自瞄模块**: 以最短时间, 最准定位为目标, 利用视觉, 找出所打击目标最具有识别度的特点, 精准打击是我们的初衷和目的, 能最大限度的灵活操作手, 使我们在软技术上获得优势;
- 5) **取弹机构模块**: 虽然英雄机器人不能自行取资源岛的弹药箱, 但英雄机器人还需要回补给站取 17mm 弹丸。获取 17mm 弹丸有两个来源, 补给站和工程机器人, 如何与这两方面进行更好的交互是重要的研究方向。以弹丸箱迅速的闭合为基本原则, 最大程度上减小其弹丸箱门的开合半径为概要, 进行取蛋模块的设计灵感;
- 7) **超级电容**: 今年的飞坡地形以及环形高地的地形需要英雄车机动性更强, 因此超级电容成为了比赛的必需品;

2.3.3 人力分配及时间节点评估

表 2 英雄机器人人力分配及时间节点评估表

英雄机器人	人力分配	技术指标	时间节点评估
底盘总和	车架, 悬挂	总质量不超所分配的最大限度, 配合完好无干涉, 可承重质量至少为整车总质量两倍	2019-10-15~ 2019-11-11
	超级电容, 功率控制	满足车辆断电后可提供的整车行驶电力	
发射弹丸系统	弹道 2 人	不卡弹, 连续供弹, 最大压缩供弹时间	2019-11-11~ 2019-12-10
	发射 2 人	可达到规定的最大初速度, 反复发射后准确度依旧可以保证	
云台	3 人	360 度自转可以实现, 在车行驶过程中保证弹口发射方向相对静止	2019-12-10~ 2019-1-1
自瞄	3 人	可和发射相配合, 作出最短时间里的反应, 定位即可发射, 准确迅速产生伤害	2020-2-10~ 2020-2-20
电控机械配合	全组人	反复调试, 不断完善	2020-2-20~ 2020-2-28

2.4 工程机器人

作为比赛场上的唯一后援机器人, 42 毫米大弹丸的夹取, 踏实的弹药仓, 以及今年赛季增加的复活阵亡机器人功能, 厚血量工程机器人的重要性不言而喻, 针对此特性需求列出以下主要设计模块的设计要求。

2.4.1 需求分析和设计思路

1) **底盘机构:** 由于工程机器人的特性和重量所致, 不需要极高的机动和灵活性能, 其承载能力、抗变形能力、稳定性和移动的准确性尤为重要, 可以满足上机构的复杂功能承载和救援供弹的高效性;

2) **取弹机构:** 42 毫米为英雄机器人的主要杀伤力, 因此要保证工程车抓取机构的准确性和有力度, 不可出现空抓和无法将弹丸取出或掉落过多的情况;

3) 供弹机构: 供弹作为主要功能之一, 且比赛过程中供弹环境复杂, 不可预料情况较多, 因此要保证与英雄机器人、步兵机器人在供弹高度和接口处有精准的配合, 还要具备筛选弹丸功能, 以保证不同车的供弹;

4) 救援机构: 作为移动的复活点, 要保证抓拖时的精准以及过程中较高的牢固性, 在复活的 T 秒中也要有高度的保护性以防止复活过程中被打断;

5) 电控模块: 基于工程车的大体积, 因此电控模块可以有较多的拓展, 置于车体内部有较高的防护性, 要求运行平稳, 模块化按安装, 便于整理和维修。

2.4.2 主要工作内容

1) 底盘机构: 基于底盘、麦轮对工程车的重要性, 因此底盘做多横梁式以便承载大重量。且为下沉式底盘, 使整车重心下降, 行驶更稳, 基本不用担心碰撞翻车问题, 更有利于上坡。因为取消了上岛机构改为上高地取弹, 所以对麦轮的位置定位要求高, 在麦伦外从底盘侧延伸出保护架防止冲撞导致麦伦变形。悬架为 AB 型悬架, 更有利于麦轮的垂直性定位和减震;

2) 取弹机构: 抓取机构采用气动, 使爪子夹取时更加稳定、迅速、结实。考虑到弹药箱的分布问题, 因此在设计时需考虑三轴上的高自由度, 以方便取不同高度和远近的弹药箱;

3) 供弹机构: 准备做一定空隙的网格状栏板, 在弹药下落时根据重力自行分类分层, 且考虑到供弹的高效性, 设计 2 到 3 个出弹口, 做到同时多车供弹;

4) 救援机构: 做双爪机构, 抓住被救援车辆时形成死点结构, 不会受碰撞等外力影响滑脱。只有通过电机的反向带动才可解锁。后期打算将抓取机构与底盘连接处环形连接, 方便在救援过程中带着被救援车辆走动;

2.4.3 人力分配及时间节点评估

表 3 工程机器人人力分配及时间节点评估表

工程机器人	人力分配	技术指标	时间节点评估
底盘总成	4 人	耐撞，尽可能降低重心，并对场地交互模块留出位置。在底盘上预留孔位	11 月 20 日之前交付加工
抓取机构	2 人	能满足两个自由度，并能保证弹箱在反转过程中，42mm 子弹不掉落	12.1 设计完毕，装车准备测评
供弹机构	2 人	设计多供弹口，满足多面供弹需求	12.10 设计完毕，并将多种方案结合。
救援机构	2 人	能够避开装甲模块，抓住机器人	12.10 设计完毕，进行优化
刷卡救援模块	2 人	能够满足两种自由度，快速伸缩	12.10 设计完毕，进行可行化测试

2.5 哨兵机器人

2.5.1 结合规则分析功能需求

哨兵机器人在赛场上类似于 DOTA 中“防御塔”，悬挂于己方基地入口，对靠近己方基地的敌方机器人予以打击。根据规则设定，哨兵机器人的存在不仅可为基地提供 50%的防御，而且具备全自动打击功能。相比较于 19 赛季，本赛季哨兵机器人可再增添一发射机构，并且将哨兵轨道改成直道，可以看出本赛季强调哨兵的火力输出，降低其机械运动要求。另外，哨兵双发射机构的自动瞄准也对参赛队提出了更高的要求。

- 1) **底盘**：哨兵存在可为己方基地提供 50%防御，重点把握移动速度和稳定，尽可能保证哨兵在赛场上的存活时间；
- 2) **360 云台**：哨兵火力打击范围广，保证打击无死角；
- 3) **供弹机构**：首先保证在 360 度云台基础上能够顺利供弹，其次要求双供弹发射机构；
- 4) **发射机构**：采取双发射机构，增强打击力度。进攻是最好的防守；
- 5) **自动瞄准**：作为全自动机器人，自动瞄准功能必不可少；

2.5.2 列举主要工作内容和改进方向

- 1) **底盘**：机械结构要具备快拆功能，经过训练要求 10s 装载成功，二要利用好功率限制，尽可能提升运动速度；
- 2) **360 度云台**：保证实现 360 度旋转功能。除此之外还要兼顾布线，尽量减轻布线压力；
- 3) **供弹机构**：首先保证在 360 度云台基础上能够顺利供弹，其次重点解决双供弹的设计难点；
- 4) **发射机构**：采取双发射机构，增强打击力度；
- 5) **自动瞄准**：哨兵是全自动控制机器人，缺少人为判断，赛场上又存在灯光干扰，所以要修正算法，排除这些干扰，目前战队这方面技术积累不足，初步希望能够识别不同机器人的装甲板；

2.5.3 资源、人力、资金评估

表 4 哨兵综合评估表

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	3508 电机 1 个，钣金件	1 人	三维制图软件掌握	4 周	1000 元
360 度云台	2 个云台电机	2 人	三维制图软件掌握，熟悉滑环使用	2 周	2000 元
供弹机构	3508 电机，3D 打印件	2 人	三维制图软件掌握，熟悉滑环使用	2 周	1000 元
发射机构	4 个摩擦轮电机，3D 打印件	2 人	了解下供弹原理	4 周	3000 元
自动瞄准	Jeston TX2 或 Jeston nano 摄像头	3 人	学习掌握视觉识别相关知识	8 周	5000 元

2.5.4 时间节点评估

表 5 哨兵赛季时间规划表

2019. 11. 24 - 2019. 11. 30	完成哨兵底盘第一版，完成哨兵轨道，实现哨兵运动。
	完成发射机构的初稿，要求实现 360 度旋转，双发射机构，弹仓机构等三维模型图。
2019. 11. 30 - 2019. 12. 15	改进哨兵底盘，确定底盘第一版，做实物。
	初步搭建发射机构第一版，云台等实物。
2019. 12. 15 - 假期前	优化哨兵机器人结构，完成第一版。
	电控组能够实现遥控器控制运动以及发射功能。
	算法组物资上采购相应物料清单，功能上确保实现摄像头识别装甲板。
2020. 2. 10-2020. 2. 28	机械组确定第二版本，解决第一版残留结构问题。
	电控组调试第二版。
	算法组进行视觉调试，要求能够实现基本功能。
2020. 2. 28-2020. 3. 20	进行最终版本迭代，机械组要完成最终版本，并作出实物，电控组算法组完成调试。

2.6 空中机器人

2.6.1 需求分析和设计思路

今年空中机器人被削弱了很多，起飞能量需攒到 300 点，虽然有增益点能够实现更快的积攒能量，但仍要在比赛的中后期才能够起飞，真正的发挥在场上的攻击作用。

因此空中机器人的定位为辅助进攻型机器人，起飞的第一目标仍然是敌方的前哨站或哨基地，但如若飞镖系统和地面单位没有击毁前哨站，空中机器人必须能够一连发带走敌方的前哨站，为地面单位开辟向哨兵和基地进攻的机会。

由于场地环境不定，扰动具有随机性，对于无人机而言就会产生一定的抖动，因此飞控的 PID 调参质量必须要能够保证，另外就是发射机构所在的云台之上是不可避免的，

根据以往的空中机器人设计和 2020 年的规则，对空中机器人人的需求和设计思路如下：

- 1) **飞控**：使用大疆 N3 飞控，能够进行稳定的飞行和悬停以及对遥控的快速响应；
- 2) **云台**：保证两轴云台的平稳性和快速响应能力，以此提高操作手感来提升精准度；
- 3) **发射机构**：能够对敌方基地和前哨站进行远距离的打击；

2.6.2 主要工作内容

- 1) **无人机机架平台**：在保证机体强度和刚度的情况下尝试使用更简洁可靠的结构设计，去除不必要的部分，尽量减重，提高机体稳定性，优化内部走线设计；
- 2) **云台**：调参保证在大负载下仍有良好的稳定性和快速的响应，避免偏心设计；
- 3) **发射机构**：优化拨弹机构，实现大弹量快速输送情况不卡弹；提高供弹频率，将最大发射频率提高至每秒 15 发，避免卡弹现象；

2.6.3 人力分配及时间节点评估

表 6 空中机器人赛季时间规划表

空中机器人	人力分配	技术指标	时间节点评估
云台	罗瑞卿	<ol style="list-style-type: none"> 1. 三维软件掌握、熟悉常用零件和装配方式，了解开源云台方案。 2. 熟悉陀螺仪使用和闭环控制，了解各个电子元件硬件要求，熟练焊线。 	2020年 1月 11日
发射机构	曾维城	完成发射机构的设计装配，优化供弹装置，完成发射器发射及准度的优化	2020年 12月 30日
飞控	于旺海、朱文熹、周思远	能够保证飞机运动和射击时的平稳运行	2019年 12月 7日
算法	桂梓欣、杜纪昊	使空中机器人云台能够稳定响应，在射击过程中，能通过辅助瞄准的一些方法来消除环境因素对射击的干扰	2020年 3月

2.7 飞镖系统

2.7.1 需求分析和设计思路

飞镖在赛场上提供高额爆发伤害，以及能够在击中敌方可被攻击目标后触发持续 30 秒的增益点（基地增益点和前哨站增益点）失效的特殊效果，但由于规则限制只有两次发射并打开的机会，另外还有第一发如果超速会导致后续该次开启后的飞镖发射均无效。所以在设计时必须考虑到系统整体的可靠性。为了保证射击速度的准确可靠，防止由于超速导致判罚，在气动弹射装置上需要考虑安全措施。其次飞镖系统需要一种视觉特征来保证对目标的高效判断。导弹上的飞控系统也需要调试的办法和改进措施。

- 1) **气动系统：**由气瓶，气泵，和控制阀构成；
- 2) **气动控制系统：**在准备阶段控制气瓶恒压，收到发射信号时，通过控制阀控制导弹发射；
- 3) **飞镖系统：**由 4 个舵机带动 4 个叶片控制方向；
- 4) **视觉制导系统：**通过摄像头获取到的信息进行位置判断，调整 4 个叶片来控制自身姿态；

2.7.2 主要工作内容

- 1) **气动系统：**设计一套可靠的充气装置，且可以通过控制阀，稳定断开气瓶与气泵连接；
- 2) **气动控制系统：**设计一套可以恒定气瓶压力的算法，保证出射速度稳定；
- 3) **飞镖系统：**做出导弹模型，进行流体学仿真，使飞行过程平滑稳定；
- 4) **视觉制导系统：**用滤光片过滤无关目标，并设计算法来保证能快速调节姿态指向目标；

2.7.3 人力分配及时间节点评估

表 7 飞镖系统人力分配及时间节点评估表

飞镖系统	人力分配	技术指标	时间节点评估
气动系统	3 人	保证系统气密性良好，长时间冲放气可靠稳定，能正常断开于气泵连接	1 个月
气动控制系统	2 人	能控制气瓶压力恒定	2 个月
飞镖系统	3 人	重心稳定，飞行过程平滑	1 个月
视觉制导系统	2 人	保证目标唯一可视，能正确调节姿态打向目标	2 个月
飞镖系统	人力分配	技术指标	时间节点评估
气动系统	3 人	保证系统气密性良好，长时间冲放气可靠稳定，能正常断开于气泵连接	1 个月
气动控制系统	2 人	能控制气瓶压力恒定	2 个月

2.8 雷达站

2.8.1 需求分析和设计思路

作为赛场上必不可少的视野提供者，雷达站首要目标是保证能在各个方向和视距上提供清晰的图像。其次由于运算平台功率限制很宽，可以对回传图像进行实时处理，标记敌方目标，进行视觉辅助等。

- 1) **传感端**：使用 3 个不同焦距摄像头，对赛场的各个部分进行监控。由于 5M 限高，所以需要高度和焦距之间做出一些测试，权衡过后，进行各种极限测试，调节测试室灯光亮度，观察输出图像清晰度，并写出调节方案
- 2) **运算平台**：使用强大的 X86 架构计算机对传感端回传图像处理，HDMI 转发

2.8.2 主要工作内容

- 1) **立杆**：搭建高度为 3M 的立杆，为摄像头提供固定，观察高度；
- 2) **摄像头**：对网络摄像头进行筛选，选出在高亮度和昏暗情况下表现良好的型号。拉出模拟赛场长度的距离线，比对不同焦距，观察图像的清晰度，选出三个摄像头的镜片焦距；
- 3) **运算平台**：使用学校常用计算机配置，安装 Ubuntu 操作系统，连接上传感端，对 HDMI 输出画面进行调节；

2.8.3 人力分配及时间节点评估

表 8 雷达站人力分配及时间节点评估表

雷达站	人力分配	技术指标	时间节点评估
搭建传感器框架	4 人	焊接牢固，能稳定立于地面。	2 个月
挑选摄像头	1 人	图像清晰，功能强大	1 星期
安装操作系统	1 人	系统组件齐全，能运行脚本自动调节图像输出	1 星期
测试	2 人	保证整套雷达系统长时间运行不出错	1 个月

2.9 本赛季整体时间节点规划及经费规划

表 9 赛季规划时间表

时间段	步兵	英雄	工程	哨兵	无人机	雷达站	飞镖	
10.01-11.01	学习其他队伍开源模型（分组进行）							
	在开源模型的帮助下快速完成步兵模型	各组完成机器人的初步设想，及主要设计思路						
11.01-11.15	各机器人整体方案讨论(全体大会)							
	制作第一版步兵底盘，及简易云台，电控上机调试麦轮程序	各组移动平台的模型基本细化完成				摄像头，运算设备选型	完善初代设想及大致模型	
11.15-11.30	总结第一代步兵底盘上出现的主要问题，为其他组作为参考（全体大会）							
	第二代模型细化，电控调试原型机	完善第一代模型，统计材料，采购，同时开始设计发射机构				在其他运算平台上开始开发视觉代码	对第一版模型进行功能性能验证	
12.01-12.15	完成第二代机器人制作	制作完成第一代机器人，电控调试，同时开始设计云台模型				解决未知问题	改善发射效果	
12.01-12.31	电控、视觉调试设计发射机构	总结第一代机器人问题，细化各组发射机构模型				运行测试	改善发射效果	
1.03-1.19	制作发射机构及云台（分组进行）					调试程序	改善不足	
1.20-2.10	放假							

2. 11- 2. 29	电控、视觉 调试原型机 /机械 迭代	组装发射机构，电控/视觉调试	小迭代	
3. 01- 3. 15	完善机器测 试发射机构	测试发射机构，电控/视觉调试， 提高命中率	使用现 有机器 人对功 能进行 验证	改进性 能稳定 性
3. 16- 3. 31	完成机器人装配的收尾工作，制作测试场地			
4. 01- 4. 20	操作手练习根据练习结果修改控制逻辑			
4. 21- 5. 10	机器人维修，打包			

表 10 第一代研发预算表

项目	第一代研发预算（样机和消耗）
步兵机器人	20000/台
英雄机器人	20000
工程机器人	25000
哨兵机器人	12000
空中机器人	20000
飞镖系统	5000
雷达站	3000

三、组织架构

3.1 队伍管理架构

上海工程技术大学木鸢 BDT 战队管理架构由指导部门、运营管理部门、研发部门和梯队部门组成，主要由队长与副队长在指导部门的顾问和指导老师的指导下带领整个团队相互协作，共同研发机器人，在工程大校园内弘扬科技创新的思想和氛围，提高 Robomaster 在校园中的影响力，且代表了我们的学校的最佳的本科生团队工程研发水平。

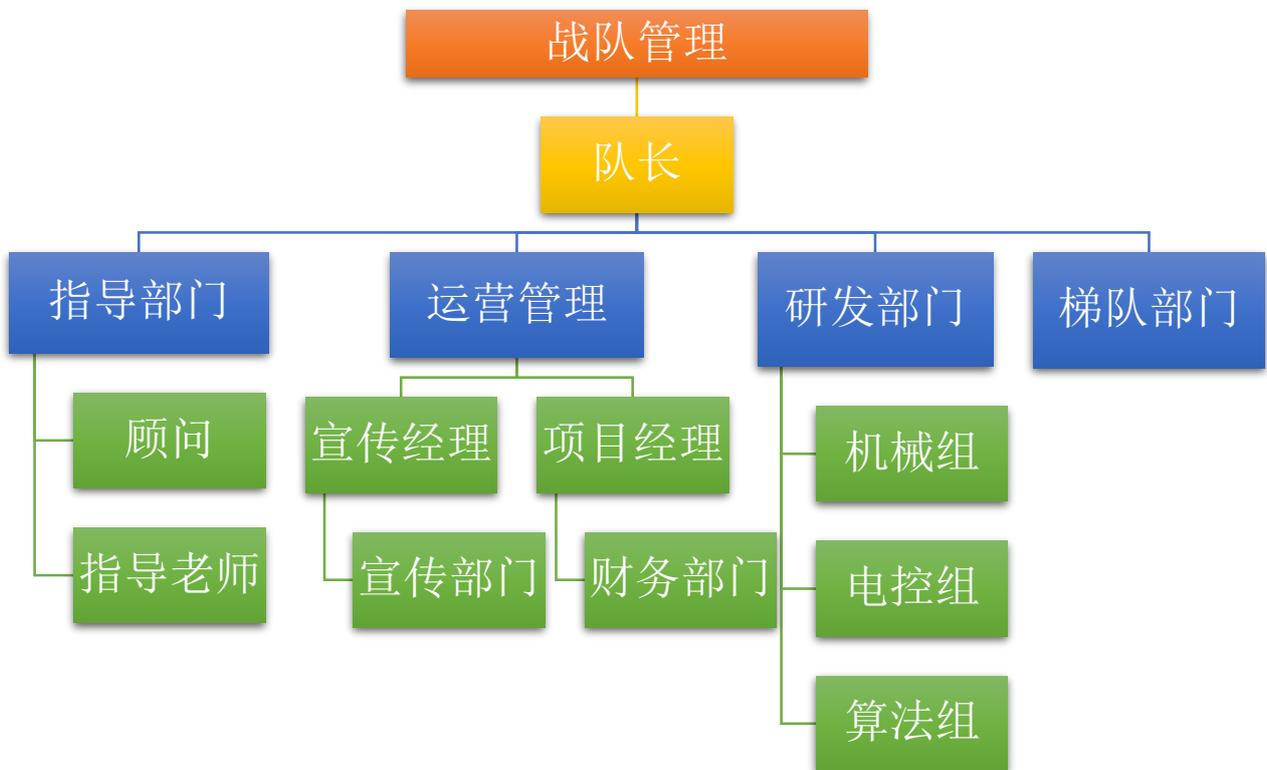


图 3 战队管理架构图

3.2 战队成员分布

3.2.1 战队成员专业分布

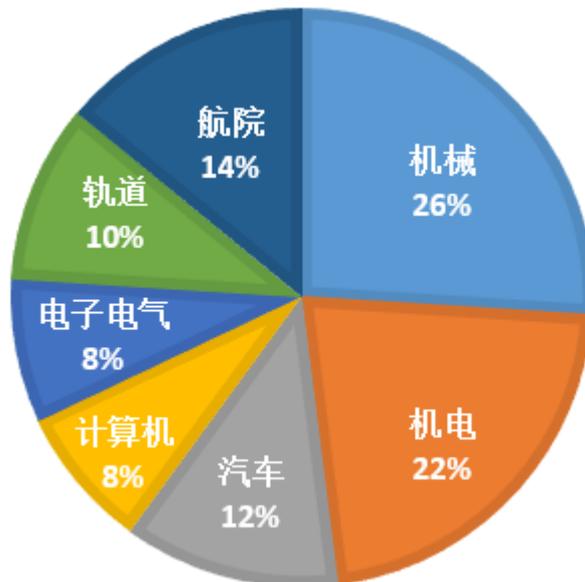


图 4 战队成员专业分布图

3.2.2 战队成员年级分布

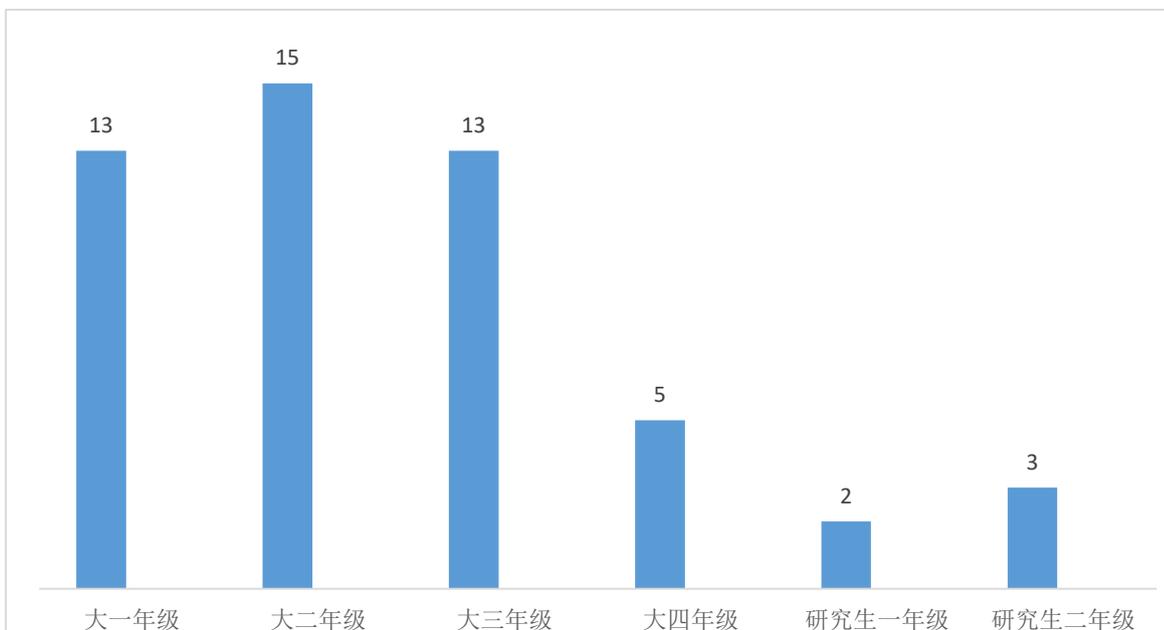


图 5 战队成员年级分布图

3.4 指导部门分工

指导部门主要成员由指导老师以及顾问组成，我队指导老师具备一定的时间和精力投入到真正的实际开发中，与研发部门一起协同工作。另外指导老师为我队向校方争取经费，减少我们在资金上的顾虑与负担，并完成报销任务的总工作，还可以提供文书类撰写以及修改润色的技术支持。对于我队的顾问，主要由我们实验室开展 10 年以来已毕业的学长自主请愿担任技术顾问，可以提供技术支持以及实际研发任务的支持。

表 11 指导部门成员人数表

指导部门	人数
指导老师	5
顾问	3

3.3 研发部门分工

研发部门分为三大组别，分为机械组、电控组、算法组。

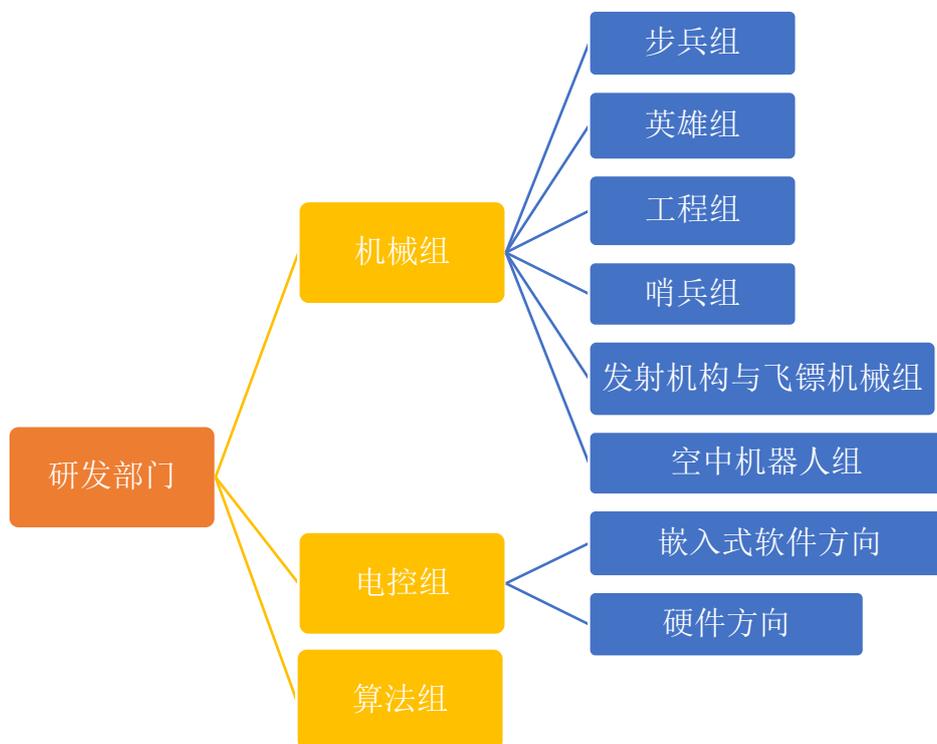


图 6 研发部门组成图

3.3.1 机械组分工情况

对于机械组的任务结果，直接影响着电控与算法的可行性和可靠性，因为机械结构才是电控与算法的载体，后续的自动瞄准功能的开发以及车辆的操作手感必然一定要有一个好的载体为先前条件。因此机械组分工明确，人员也是最多的一个组别。

机械组又单独分出六大小组，分别由六个小组长带领，且小组长直接受机械组组长管理，而机械组组长直接由队长指挥。这样形成的层级制度，一步步把关项目进度，以保证每一层都有人管与被管的关系。每个机器人小组内，会有小组组员以及梯队组员之分，为了保证本战队未来继续做 Robomaster 比赛的技术传承，“招新生、带新生、筛选新生。”成为我们未来的立足根本。

表 12 机械组小组分工职务名称表

机械组	主要职责
机械组组长	负责管理督促每个小组的进度
(xxx 机器人) 小组组长	负责 xxx 机器人的所有机械结构建模以及制造任务
(xxx 机器人) 小组组员/梯队组员	听从该组组长安排，完成相应的任务

说明：xxx 为步兵、英雄、工程等任一上场阵容的机器人单位名称

每个小组的组长均为高年级同学，他们有着比较多的经验和更好的研发技术，能够比较好的把握大方向，带领低年组的组员去完成组内任务，在完成项目任务的同时还需培养组内低年组的组员。

另外我们队内将 17mm 和 42mm 弹丸发射机构的整套工程专门分出来作为一个小组去完成，因为我们认为发射机构在能够具有发射功能的机器人上是具有通用性的，而发射机构又是比赛赛场上的重中之重。另外今年新加入的飞镖系统也被分入发射机构小组之中，该小组在备赛过程中需要完成两项任务，即发射机构和飞镖机械部分制作。

表 13 机械组各小组人数表

机械组 xxx 机器人小组	人数
步兵机器人小组	小组组长 : 1 小组组员 : 2 梯队组员 : 3
英雄机器人小组	小组组长 : 1 小组组员 : 2 梯队队员 : 5
工程机器人小组	小组组长 : 1 小组组员 : 3 梯队队员 : 2
哨兵机器人小组	小组组长 : 1 小组组员 : 2 梯队队员 : 1
发射机构与飞镖系统小组	小组组长 : 1 小组组员 : 2 梯队队员 : 2
空中机器人小组	小组组长 : 1 小组组员 : 3 梯队队员 : 3

3.3.2 电控组分工情况

电控组实际意义上就是嵌入式方向的小组，负责 STM32 单片机开发以及电路硬件上的设计和制作，机器人的整体布线也是工作任务之一。因此电控组分为两个方向，一为嵌入式软件方向，二为硬件方向。但是在组内并没有严格区分小组内两种方向的人员，因为我队是第一年参加机甲大师对抗赛，由于官方渠道物资已经对硬件层面提供了巨大的支持，对于自制 PCB 并焊接制作电路板的需求是放在赛季中后的时期，前期应主要攻克软件方向，先用成品板把车线路布好搭好，能把车调稳调好，前期能够实现稳定的麦轮底盘全向移动和良好的操作手感并能稳定的射击和拨弹才是我们最主要且最重要的任务。超功率方案应在以上良好的基础之上继续搭建和升级。

表 14 电控组小组人数表

电控组	人数
嵌入式软件方向	小组组员 : 6 梯队组员 : 5
硬件方向	小组组员 : 2 梯队队员 : 1

对于今年新增加的飞镖系统，对电控组增加了额外的工作量，主要要负责空中的姿态解算及控制，以及与飞镖系统上的视觉处理单位使用上下位机通讯来调整自身姿态实现飞镖空中制导的效果。由于其 150g 的限重重量，对于飞镖上的电子硬件模块的限重的要求非常高，也是电控组的一大挑战。

3.3.3 算法组分工情况

我队算法组主要由一位指导老师作为算法组领头研发人员，为算法组的大组长，带领组内小组员进行算法任务开发以及算法教学入门。算法组目前主要工作为自动瞄准的开发、雷达站的搭建以及飞镖视觉制导系统的开发。由于前期没有成车载体可以搭载上位机设备，也没有裁判系统中的装甲板模块供算法组的自瞄算法开发，算法组前期应先在软件层上自行进行简单的算法可行性验证。中后期才能在机械和电控已搭建好的情况下真正开始测试算法可行性，另外今年新加入的雷达站可以提前提上日程，开始搭建。

对于自动瞄准任务的开发，目前组内讨论下来的整体算法开发流程如下图所示。

整体流程

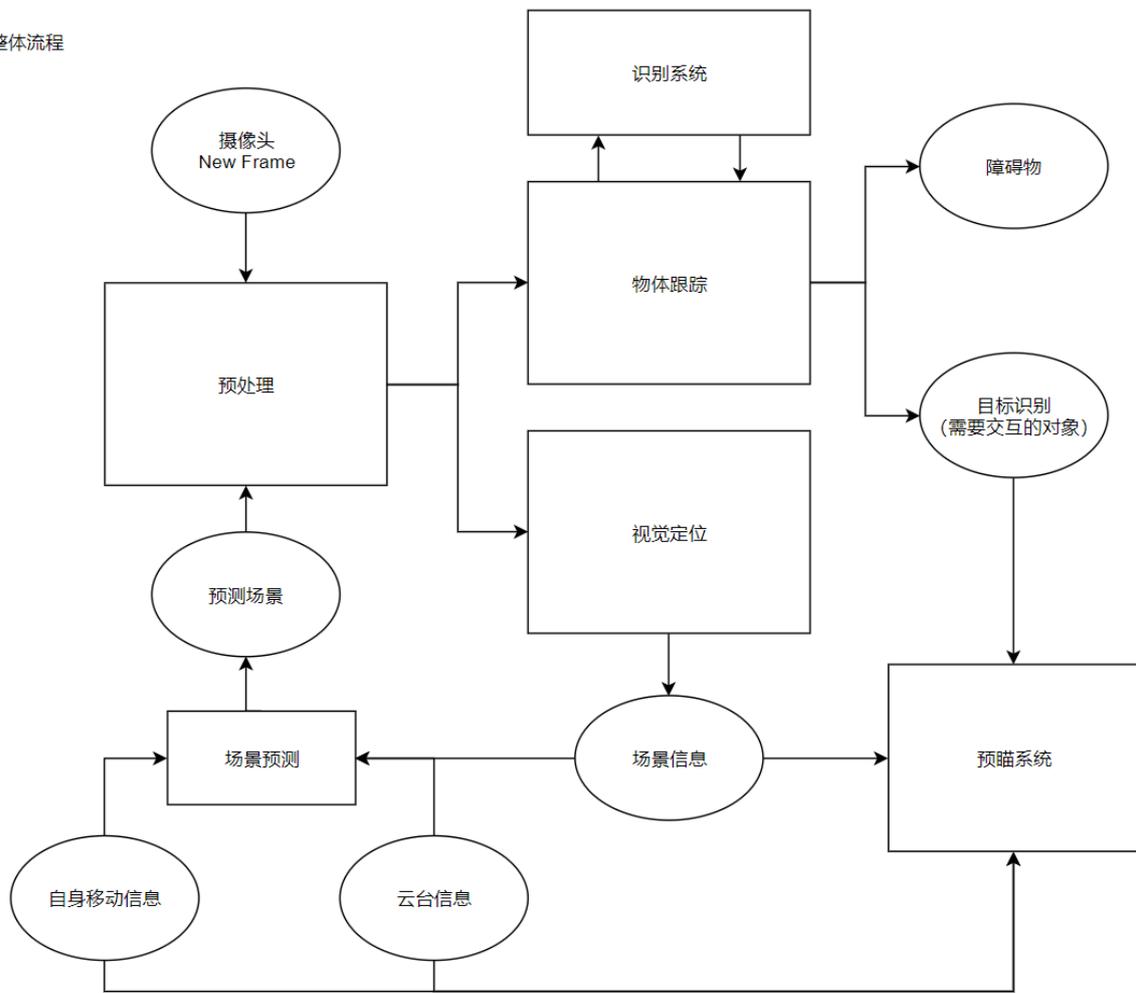


图 7 算法组开发流程图

根据以上流程，算法组组内成员可以在指导老师的带领下开展相应的研发任务。

对于飞镖视觉检测制导的算法开发以及雷达站的开发任务，由组内成员集体讨论分析后，开始明确分工。

表 15 算法组主要任务表

主要任务	人数
自动瞄准任务	3
飞镖视觉检测制导任务	2
雷达站开发任务	2

3.4 运营管理部门分工

3.4.1 宣传部门分工

我队宣传部由宣传经理以及宣传部组员组成，主要工作为战队在校内外的宣传以及队内的备赛回忆记录，能够大力宣传战队在校园中的人气，提高 RM 对抗赛在工程大校园中的影响力，具体实施方法分为线上和线下。

对于线上任务，我队所在的实验室已有微信公众号以及 B 站平台 UP 主账号，可以发布文字性的记录以及影像类的记录，图文结合的方式并附上视频链接的微信公众号推文将会有力的提供宣传效果。

对于线下任务，我队所在实验室是机器人社的承办地，可以将机器人社作为未来用来招新的科技类社团，通过每个学期的社团迅游招新会，可以以机器人社的名义布展摆放易拉宝以及制作好的机器人成品供展览以达到宣传效果和招新效果。

社团名称	机器人社
社长姓名	石家豪
社团类别	学术科技类
社团星级	普通社团
所属学院	机械与汽车工程学院

图 8 上海工程技术大学机器人社团信息

3.4.2 项目管理部门分工

项目管理部门主要由项目经理及其带领的财务部门成员组成，主要负责战队的日常事务管理，协助队长进行研发任务的进度跟进以及财务上的报销统筹工作。

3.4 团队氛围建设和队伍传承

本战队每周例会放在每周的星期一，每周例会各部门汇报各自的项目进度和状况，保证每周战队内各组人员能够保持紧密联系。战队定期也会组织队内团建或组内团建。为了保证队伍的传承，要求每个部门里至少带 5 个梯队队员，并加以培养。另外要求每个部门出一个人来集体培训 2019 级新生（60 名），以保证工作将会有有效的延续下去。

三、团队协作

4.1 资料整理

参考论坛资料：RM2019 机甲大师赛官方赠与步兵代码开源

RoboMaster 2019 空中机器人机架开源

RoboMaster 2019 空中机器人机架开源

裁判系统用户数据读取

哈尔滨理工大学+下供弹模块化步兵开源

表 16 物资说明书

名称	单价	总价	数量	参赛队教育折扣总价
RoboMaster 裁判系统主控模块 (轻型) MC11	399	399	1	399
RoboMaster 裁判系统主控模块 MC01	1360	4080	3	4080
RoboMaster 裁判系统装甲模块(小)AM01	600	2400	4	2400
RoboMaster 裁判系统装甲模块(大)AM11	600	1200	2	1200
RoboMaster 裁判系统测速模块 SM01	320	960	3	960
RoboMaster 裁判系统测速模块 SM11	320	320	1	320
RoboMaster 裁判系统场地交互模块 FI01	200	600	3	600
RoboMaster 相机图传模块 (接收端) VT11	840	2520	3	2520
RoboMaster 相机图传模块 (发送端) VT01	880	2640	3	2640
RoboMaster 裁判系统装甲支撑架(4 个装)	112	672	6	672
RoboMaster UWB 定位系统套装	4199	4199	1	4199
RoboMaster 标签模块	599	2396	4	2396
RoboMaster 裁判系统装场地交互卡	25	50	2	50
妙算 manifold (miniPC) (China)	4699	9398	2	7988.3
RM2017_6623 云台电机	819	40950	50	34807.5
RM2017_6623 云台电机电调	179	1790	10	1521.5
RM_麦克纳姆轮左	499	41916	84	35628.6
RM_麦克纳姆轮右	499	41916	84	35628.6
RoboMaster 开发板 A 型	429	12870	30	10939.5
RoboMaster 开发板 B 型	219	8760	40	7446
RoboMaster 开发板 OLED	89	3560	40	3026

4.2 协作工具

4.2.1 机械组图纸协作规范

队内机械组使用有两种三维建模软件，一种是 SolidWorks 2018，另一种是 Inventor 2020。由于赞助商的加工厂图纸需要 Inventor 中的功能来进行出图进行加工，因此 SolidWorks 2018 是我们队内主要的作图软件。

SolidWorks 2018 配合 Vault 可以实现机械组图纸协作，虽然 Vault 是为 Inventor 定制的，但仍然可以使用一些办法来实现 Vault 在 SW2018 上的使用。

4.2.2 代码协作规范

电控组主要使用 RoboMaster A 型开发板作为主控板，RoboMaster A 型开发板的 MCU 型号为 STM32F427，因此根据多数人习惯使用 Keil 作为主要的开发软件工具。

由于 Keil 本身不自带代码管理功能以及历史记录功能，因此难以实现代码协作，根据这一难点，我们采取以下两种解决方案：

- 1) 代码工程文件名规范，变量名的命名统一规范
- 2) 使用 Git Kraken 来作为代码管理工具

4.2.3 文档协作工具的使用规划

队内会有文档类的文件需要互传协作共同编写，队内使用的文档协作工具为石墨文档。

石墨文档属于协同编辑类共享文档，队员通过该应用进行队内信息共享与协同编辑，提高了团队工作效率，减轻了文件传输与整理的成本。

4.3 团队管理工具

管理工具：TIM、微信、ONES.AI

队内通过主要通过 TIM 以及微信进行日报汇总，记录工时，所做的工作，解决的问题或待解决的问题，从而更好的推动整个备赛工作。但是这两个软件在项目方面的功能并不能满足团队的需要。经测试，团队决定使用由组委会提供的 ONES.AI 项目管理工具。其好处在于深度整合 DevOps，实现流程自动化 DevOps 以流程自动化提高部署频率，快速识别和纠正

问题，提高工程质量、缩短版本周期。ONES 深度整合 DevOps 工具链，帮助团队轻松实践 DevOps。

4.4 培训、自学

本战队隶属实验室历年就有定期培训的活动，基本培训对象为大一、大二学生。授课人为大三、大四或指导老师。

实验室针对不同层次的学生有不同层次的培训，培训内容分为机械和电子方向，目前算法培训已经开始召开，作为我们今年新的培训内容。

培训之后，授课人会发布短期目标和长期目标，需要让被培训人通过自学来达到要求的技术标准。每年年终会有成员年终考核，不合格者将会被踢出战队。

4.4.1 机械组培训

培训内容	基本要求
SolidWorks 2018 的使用	基本操作、草图绘制、零件绘制、装配体绘制
ADAMS 动力学仿真	根据官方教程实现简单的车轮传动仿真
Ansys 有限元分析	能够实现简单的应力仿真
协作建模	根据组长要求来实现协同建模

4.4.2 电控组培训

主要培训以 STM32 单片机为主的嵌入式开发，学习 keil5 的使用方法，学习 RoboMaster 官方物资的使用，包括 3508、6020 电机的以及电调的使用，能够掌握 Can 总线的使用方法学习常用电机的控制方式。为战队培养技术骨干。

4.4.3 算法组培训

由组内指导老师来开课，主要内容包含 Ubuntu 的使用、搭建开发环境、OpenCV 的使用等。

四、审核制度

4.1 团队成立计划（正式报名前期工作）



图 9 成立计划流程图

4.1.1 立项

由指导老师根据最近人手、时间和项目情况，确定是否开启新项目。

4.1.2 组建基本成员

一旦确定立项之后，便确定团队内基本成员，如总队长，副队长，顾问，宣传经理等骨干成员，形成团队主干，以为后面的各项工作展开打下基础。

4.1.3 商定整体计划及方向

由指导老师带领骨干成员为后面具体工作的实施制作详细周期计划，为赛季规划设定时间点和大致方向，并根据各自能力所在分配大方向性任务。

4.1.4 计划审核

在整体计划商榷之后，各骨干成员根据分配到自己的总任务来制定更详细的计划和阶段目标，并在全体例会上汇报，经老师审核确认可行后，再进行下一步工作，否则重新制定。

4.1.5 成立小组并招募人手

在所有的计划通过审核并确定之后，通过向全校发布公告和各个部门推荐的方式展开招募人手工作，根据算法组，电控组，机械组，宣传组，招商组等确定各个大组及小组组长和成员，普通成员需经过老师或骨干成员确定后方可。并在后期的工作中根据成员表现随时进行人员的裁减和加入。

4.2 机器人的周期计划

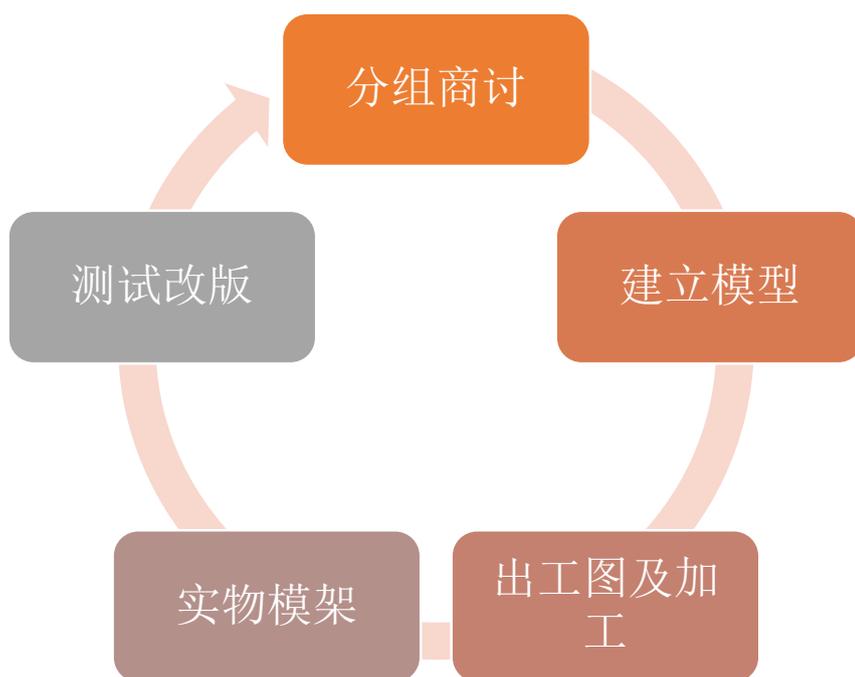


图 10 机器人周期计划流程图

4.2.1 分组商讨

以小组为单位，分别根据自己组的工种研究规则和制作规范，讨论制作方向，具体到实现每一项功能，派分任务分模块制作 3D 模型

4.2.2 建立模型

每一部分模型出图，小组内部探讨各部分安装规范。并在每周例会上各组之间进行商讨不同工种之间的配合已达到团队间的精密配合。

4.2.3 出工图及加工

在每组模型确立之后，每组由一人学习出工图的标准和规范，将各自组的模型出成工图并统一由一人负责收集归类，送去工厂加工

4.2.4 实物模型

在大体实物模型加工完毕后组装，并交由电控组安装电控原件调试代码，在此期间分析模型与实际操作之间的误差，分析不合理点，和根据电控组的要求点进行下一版的更改。以达到理论与实际，电控与机械的完美结合平衡点。以此循环直至完整，

4.2.5 测试改版

根据上几个步骤得出相应的需改进点，再重新经过第一步骤进行新循环，将出现的问题加以提升改正。

4.3 赛季阶段总结

根据规则流程主要分为六个阶段时期，如图示：



图 10 赛季阶段总结流程图

4.3.1 基本工作开展（规则测评及以前）

需全员参与，熟悉规则，了解比赛流程，接收分配到自己的任务。

4.3.2 全面开展前期（赛季规划上交以前）

主要由机械组参与，为后期的算法组和电控组提供基体，为一切想法实施的做出基础。

4.3.3 重点工种出实物（中期形态视频上交之前）

主要参与人员由英雄组成员，步兵组成员，工程组成员及其相应的电控组成员。这几组要加快进度在视频上交前最低要求做出第一版本可行的实物车。

4.3.4 全面开展中期（裁判系统测评之前）

主要参与人员为机械组算法组和电控组成员，这是所有工种必须出更版了不止一次的可上赛场标准实物机器的时期，所以这三大组的成员必须有所完成自己的派分任务并有深刻的学习理解。

4.3.5 全面开展后期（设计报告上交之前）

参与人员为全体成员，每组学习设计报告的填写，并且宣传组和招商组也必须发力，为队

伍进行不仅限校园内平台的宣传，为队伍找赞助商家提供团队资金。

4.3.6 完成期调试更版（完整形态视频上交之前）

此时期应大体工作结束时期，为出现的小问题进行局部改进，进一步完善各个机器人，并为后面的实际参加进行训练，如操纵手的操控训练，维修人员的维修训练，后期参赛细节的研究训练等。

4.4 评审体系

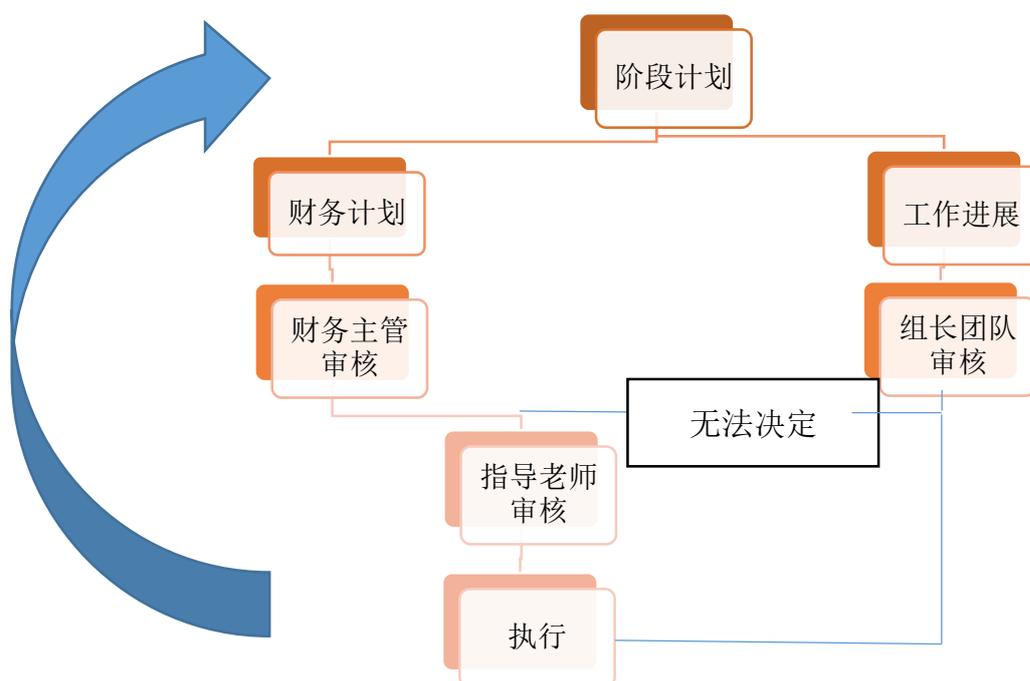


图 11 评审体系流程图

各个组长制定短期内阶段性计划，计划需要有项目组内成员任务的具体描述及阶段性目标，该目标应具有可量化、可验证性，可实施性。主要分为财务上的审核和工作进展上的，涉及财务则需要填写财务预算，列明可能购买物资的类型、大致金额和用途。再经由财务主管审核合理通过，上报给指导老师审核，进行统一结算，老师通过后方可执行，否则重新计划。工作进度上的审核，如对某一处结构进行大改，对宣传方向的定位，对赞助的商家要求等，可经由组长团及总队长审核，无法决定的上报给指导老师，通过则可实施。第一阶段性计划完成再依次进行下一阶段。

途。

4.5 进度追踪

进度追踪由总队长联合各个组组长进行监督把控，在每一段阶段性计划实施之后，都要规定一定的期限，然后派发到每一位涉及成员，计划实施中出现有方向性错误问题或者项目停滞不前的及时从下向上汇报更改，再由组长团重新制定计划。若可行的计划因任务量和时间安排不合理的，可适当延期。

总队长及组长团需实时把控六个工作阶段的进度，不可出现长期拖延无进度的情况，否则立刻更换相关人员。

三、资源管理

6.1 可用资源

6.1.1 资金

本战队有两大资金来源，分别来自于校内和校外。

对于校内资金，主要由上海工程技术大学的科创类竞赛的经费以及大学生创新创业项目的资金来进行提供，主要资金主导权由指导老师来承担。具体购买物资需要开具普通发票或增值税发票才能够走报销流程，报销流程的任务主要由战队内财务部以及指导老师来承担。

对于校外资金，我们战队的招商经理招到了赞助商企业积至工业设计（上海）有限公司，该企业提供并非实际资金资助，而是提供全流程的免费机加工服务，从材料费到加工费都能够从该公司处报销。几乎把机械组的全部开销都包揽了，只是一些可以买到的小零部件从校内资金里报销即可。

因此队内资金充裕，无需队员自行垫付，研发部门可以全心全意投入机器人研发工作，保证各部门的有效运作。

6.1.2 自有加工工具

本战队隶属实验室本身就有专业的加工设备和会操作加工设备的学生，因此在加工工具方面较为齐全。

表 17 自由加工设备列表

设备	数量	使用条件
3D 打印机	5	24h 自行使用
激光切割机	1	24h 由队内专人使用
小功率钻台	2	24h 自行使用
金属转盘切割机	1	24h 自行使用
线切割机	1	24h 自行使用
小型车床	1	24h 由队内专人使用

6.1.3 外部机加工工具

队内的一位指导老师是上海工程技术大学实训中心金工实训部主任，因此具有校内实训中心金工加工设备的全部管理权，队内学生可以根据加工需求来申请使用校内的加工设备，以保证最大化减少加工费的支出，同时自行加工更可以锻炼学生的动手能力和加工能力，培养工匠精神。

表 18 外部机加工设备清单（部分）

设备	使用条件
车床	向老师申请，经允许后由金工老师监督使用
铣床	向老师申请，经允许后由金工老师监督使用
钻床	向老师申请，经允许后由金工老师监督使用
刨床	向老师申请，经允许后由金工老师监督使用
加工中心	向老师申请，经允许后由金工老师监督使用

6.1.4 人力资源

根据图 5 中可以看出，战队队员以大一大二大三居多，大四和研一研二偏少。对于大一大二的同学来说，平时课排的相对较满，平时抽出时间相对大三大四较少。而对于大三和大四的队员，平时排课较少，按目前队内现状来看，几乎全天的时间以及周末的时间都投入到机器人的研发之中，因此目前情况研发是以高年级学生带头为主，低年级学生为辅助。

考虑到中期形态视频在 2020 年 1 月 13 日之后提交，对于大一大二的同学在学校上课的第 13 周之后排课几乎减少了 80%，可以在 12 月初全力投入研发，跟随着高年级队员的开拓脚印，快速成长成为主力队员。

目前主要任务已经全部分配给各组，这一套管理方案和模式已经运行了将近 2 个月，事实证明各组正按计划正常运转，管理模式证明下来是合理的。

表 19 人力资源评估表

战队成员	投入时间（小时/天）
管理层成员	12
普通成员	大一大二：5 大三大四：10

6.1.5 官方物资资源

目前战队已购买如表图所示的物资，之后将会根据实际情况加购官方物资以保证研发的持续进行。

表 20 官方物资资源表

产品名称	数量
RoboMaster 开发板 A 型	8
RoboMaster 开发板线材包	2
RoboMaster GM6020 直流无刷电机	10
RoboMaster M3508 P19 直流无刷减速电机	20
RoboMaster M3508 附件包	5
RoboMaster C620 无刷电机调速器	20

RoboMaster M2006 P36 直流无刷减速电机	5
RoboMaster C610 无刷电机调速器	5
RoboMaster SNAIL 2305 直流无刷电机	4
RoboMaster C615 无刷电机调速器	4
MATRICE 600 Part46-智能电池 TB47S	10
Manifold 2-G 128G (中国)	4
RoboMaster 机器人专用遥控器套装	10
RoboMaster 电池架 (兼容型)	10
RoboMaster UWB 定位系统 套装	1
RoboMaster 标签模块	1
RoboMaster 基站模块	1
RoboMaster 红点激光器	10
悟 PART13 180W 充电器单品 (不含 AC 线)	4
RoboMaster S1 PART 5 充电器 AC 线 (中国)	4
RoboMaster 电调中心板	10
RoboMaster 麦克纳姆轮 右旋	20
RoboMaster 麦克纳姆轮 左旋	20
RoboMaster 17mm 荧光弹丸	
RoboMaster 42mm 普通弹丸	

6.1.6 测试场地

实验室所在的位置处于上海工程技术大学交通大厦，由于是该楼今年才建成，是本校的新楼，可供测试和实验的场地非常多。且楼内走动人流较少，敌方宽敞明亮，可以安全测试机器人的功能运作以及发射机构的近射和远射测试。下图为实验室门外的空闲场地，大约可使用占平为 50 平方，可用于平常的机器人测试以及功能测试。



图 12 实验室外空地 (1)

该空地旁还有一片大约占平 200 平米的空地，可用于比赛场地地形搭建，如下图所示。预计在 12 月底搭建好比赛的半场地形，具有环形高地、小资源岛、大资源岛以及飞坡的 1:1 比例的实体模型，用于中后期操作手训练和功能验证以及可靠性测试。



图 13 实验室旁空地 (2)

为了进一步保证电控组调底盘 PID 参数的质量和上场比赛的有效性，和后期操作手训练控车手感，我们提前购买了与比赛场地地胶类似材料的地胶，价格相对更加廉价，这款地胶是由上海交大交龙战队推荐，可保证该地胶与比赛时的地胶材质几乎一致。



图 14 地胶

6 宣传/商业计划

7.1 宣传计划

7.1.1 战队的宣传力量

战队目前已经拥有较为丰富的宣传资以及较为完善的宣传体系。战队已经建立了微信公众号“SUES 机汽创新工作室”和 b 站“SUES 木鸢机甲工作室”账号，并且已在相关网页上编写过多篇推文，制作过多个视频，已经具有了较为完整的工作流程与丰富的宣传工作经验。与此同时，今年战队招贤纳士，引入了新的视频制作与推文编写人员，扩大了工作队宣传队伍，宣传力量进一步壮大。宣传团队的宗旨就是全身心地为工作室服务，通过简明有趣的科普小段子和优质的视频资源让社会看见工作室的光彩，帮助追逐梦想的实验室成员更好的展示自己！

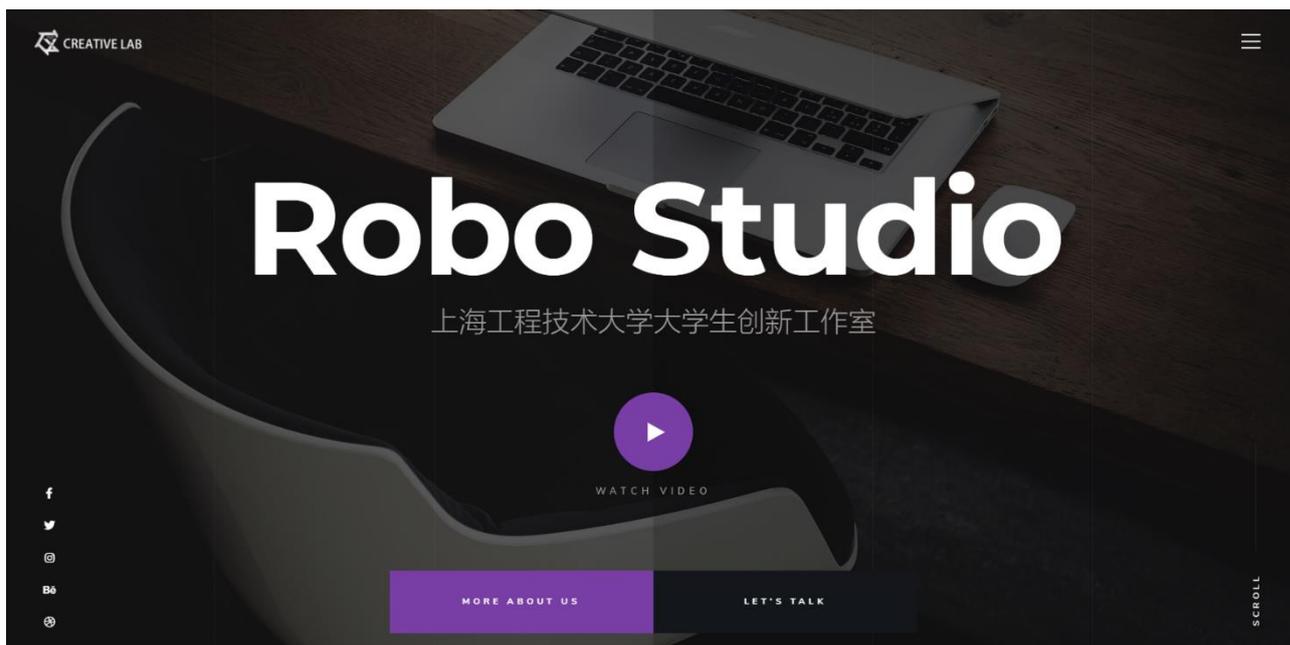


图 15 战队官方网站首页部分截图



图 16 战队官方微信公众号及其关注人数



图 17 战队 B 站 UP 主空间

7.1.2 宣传工作的安排

宣传团队具体工作大致如下：宣传工作成员会定期跟进各部门的工作进度，根据各部门工作的情况，整合队伍的宣传资源，制定适合该部门的宣传体系，在战队内部进行以文章，视频形式的宣传报告，让战队各部门以简单直观的方式互相了解，快速制定下一步的工作计划；此外，宣传部会通过多渠道策划执行宣传活动，以公众号和各大视频网站为平台，发布相关文章和视频，获得社会关注，为工作室积攒人气，提高知名度；同时密切关注宣传反馈，将多平台的得到的创意和建议反馈给战队，辅助战队的创意工作。宣传工作将与赛事计划和战队工作进程紧密相连，为战队提供准确快速的宣传报道和贴切的成果宣传。宣传部将秉承严谨认真，切合实际的精神，对宣传稿层层审核，不泄露核心技术，不夸大研究成果；我们也将全程保持对宣传事业的热爱，用最朴素的语言，最直观的方式演绎只属于 SUES 机器创新工作室的风格！

7.1.3 宣传的内容与目标

宣传内容将分为战队工作进程报告和总体宣传两个方面，在宣传过程中注重队伍优势资源和创新，对队伍的工作过程与部分成果进行介绍，同时注重宣传的趣味性和专业性，加强队伍精神的表现。工作进程报告方面将严格按照形态视频要求，进行相关的前期安排和后期制作，帮助战队成员更好的了解工作进度，提升战队合作默契程度。而成果展示将根据工程进度实时更新，着重展现创新发展的创意展示，向外界展示战队实力与创意。同时，将适当展示队伍工作过程，展现战队既严谨又活泼的战队风貌，提升战队风气建设，增加战队的知名度和影响力。战队的宣传工作将有利于队伍内交流合作，对工作进行再次检查，提升队伍工程知名度，提高队伍及 RoboMaster 赛事的影响力，是战队和比赛的重要支撑工作。

7.2 招商的必要性分析

整体来说，学校提供的资源比较充分，学校各个学院均对场地、设备、技术人才提供了大力支持。对于队伍来说，我们属于第一年参赛的队伍，因为有校友企业的支持和赞助，因此只是资金比较紧张。为了能够顺利参赛，缓解资金压力，希望能够通过招商获得更多活动、研发资金，可以更好提供队伍的研发和创新的动力。

7.2.1 提供权益

1) 常规权益（赞助商及合作伙伴）

表 21 常规权益表

-
1. 在战车规定位置上印制商家 logo，比赛中有多次战车特写；将视赞助金额给予单独露出 logo 的优先权。
 2. 在队服上印制商家 logo，比赛中有多次队员特写。
 3. 在官方宣传片中提及商家名称；
 4. 相关活动（招新、社团活动、展示等）宣传品（比如海报、易拉宝、喷绘等）上印制公司的介绍；
 5. 在办公室、实验室长期放置公司简介，实验室常有参观人员来访，可提高知名度。
 6. 所有面向交大学生和大众的线下活动放置公司简介立牌。
 7. 若达成长期合作意向，可推荐战队成员进入企业实习、就业。
 8. 战队相关推送插入公司主页链接、公众号二维码等。
-

2) 冠名赞助商

享受非冠名赞助商所有权益，战队对冠名赞助商的宣传力度会大于其他赞助商及合作伙伴。

7.2.2 潜在赞助商来源

表 22 潜在赞助商来源表

-
1. 与上海工程技术大学图学工作室合作的企业；（研发、产品设计类）。
 2. 在上海工程大进行校招、讲座或赞助学校其他比赛的企业。
 3. 需要长期购买材料的企业。
-

7.2.3 招商执行

1) 准备阶段

招商计划书、赞助说明书、宣传单页、名片、宣传手册、招商 PPT 等；
企业联系方式、地址等。

2) 联系阶段

对目标企业进行优先级排序，多点联系。

尤其利用校招、招新、校内赛等宣传契机。

3) 拟定合同

若愿意合作，则双方签订合同。

4) 后期反馈

与赞助商及时汇报战队动态，同时战队举行大型活动时邀请赞助商参与。保持客户黏性。

7.2.4 目前进度

已经联系企业，合作方式和赞助金额仍在商讨。

7.2.5 阶段目标

继续深入发展学校与企业的关系，建立长久合作关系。