

V1.0



哈尔滨工业大学 (深圳)
Harbin Institute of Technology, Shenzhen

Using a 12V 40A motor drive with a 12V 40A motor driver (HIT), the RoboMaster G500 provides a 12V 40A power supply to the motor.



Continuously designed for the RoboMaster G500, this motor is a 12V 40A motor and 400W. It provides a 12V 40A power supply to the motor.

RoboMaster G500 provides a 12V 40A power supply to the motor.

RoboMaster G500 provides a 12V 40A power supply to the motor.

机甲大师
ROBOMASTER

HITSZ

第二十一届全国大学生机器人大赛 ROBOMASTER 2022 高校单项赛

南工骁鹰 赛季规划

RoboMaster 组委会 编制
2021年 11月 发布

目录

1. 规则技术点分析	4
2. 技术方案分析	4
2.1 机械结构方案设计	5
2.2 硬件方案设计	9
2.2.1 硬件整体框图	9
2.2.2 单板硬件说明	9
2.3 软件方案设计	10
2.4 算法方案设计	11
2.5 测试方案设计	11
3. 项目进度计划	12
4. 赛季人力安排	12
4.1 团队架构设计	12
4.2 团队建设思路	13
5. 预算分析	16
5.1 预算估计	16
5.2 资金筹措计划	17
6. 技术方案分析参考文献	17



HITSZ

1. 规则技术点分析

在步兵竞速与智能射击单项赛中，步兵机器人需完成以下任务：从启动区出发，以最快的速度依次通过设定好的若干任务点，到达能量机关激活点，在 50 发弹丸以内激活能量机关。根据规则可以得出，该单项比赛更注重的步兵机器人的运动性能以及瞄准击打性能，对于对抗性能的要求相对更低。

依次通过四个任务点路径大致分为两种：一是先沿 AB 连线从 A 点到 B 点，再飞坡并到达 C 点，最后上坡到达 D 点；二是先沿 AB 连线从 A 点到 B 点，再折返下坡，经兑换站一侧向 B 点对角处上坡，前往 C 点，再到达 D 点。两种路径区别在于，前者 BC 之间需要经过飞坡，后者则绕开飞坡。显然前一种路径相对用时更短，因此步兵需要实现稳定飞坡的功能，以缩短用时。

到达能量激光激活点（D 点）后，步兵机器人需要激活能量机关。能量机关转速按照三角函数呈周期变化，相对匀速旋转击打难度更高，同时本赛季激活点处新增旋转起伏台，这对机器人发射稳定性和精准度带来挑战。因此，需要设计一款能够适应旋转起伏台工况的，发射机构稳定且打击精度高的步兵机器人。

此外，赛道中大多为直线路径，步兵机器人需要具有良好的直线加速性能，从而缩短用时，同时也能增加飞坡初速。

2. 技术方案分析

为实现稳定飞坡，需要在保证整车结构强度的前提下，尽可能减轻重量，以增强机器人的加速性能、减轻飞坡落地时车体结构所受的冲击。同时，需要优化悬挂设计，在飞坡落地时起到良好的吸震作用。鉴于单项赛道上没有设置起伏路段，悬挂设计的侧重点应与对抗赛有所不同。此外，整车的重心方位也是影响飞坡姿态的关键因素之一，需要调整重心以实现落地时尽可能四轮同时接触地面。为提高机器人加速性能，除减重外，还可以通过优化驱动电机减速箱减速比、优化超级电容模块等方式实现。

能量机关激活方面，机器人底盘需要适应旋转起伏台，保证激活能量机关过程中发射机构的平稳。因未有旋转起伏台具体参数和机制，需要先自行对其工况进行设计模拟，对底盘悬挂的自适应性、减震性能等方面做设计优化。云台方面，若有需要，初步计划在云台使用 z 轴增稳方案，以减少起伏对发射机构带来的干扰。此外，需要加快云台的响应速度，测试优化发射机构，实现软件层面上的云台增稳，需要优化视觉方案，实现良好的自动识别瞄准、

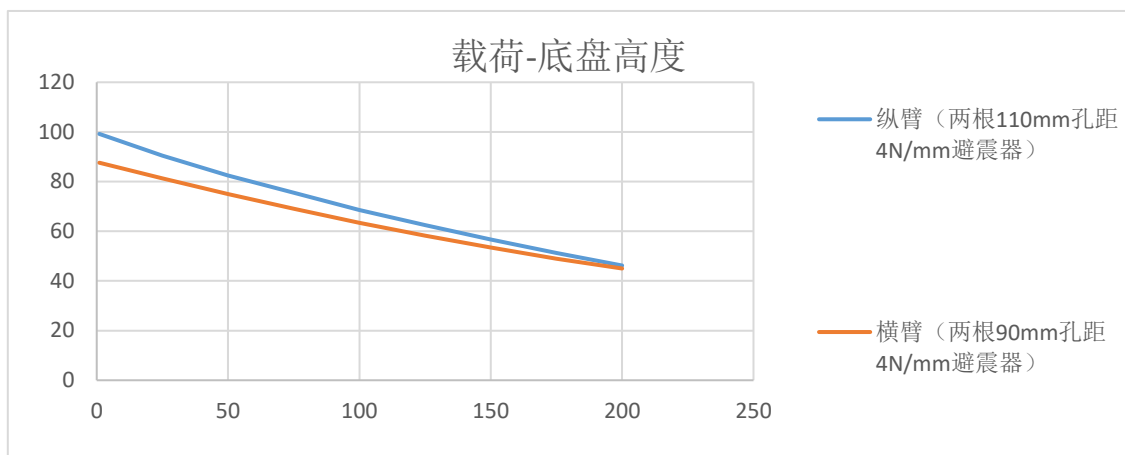


图 2-1

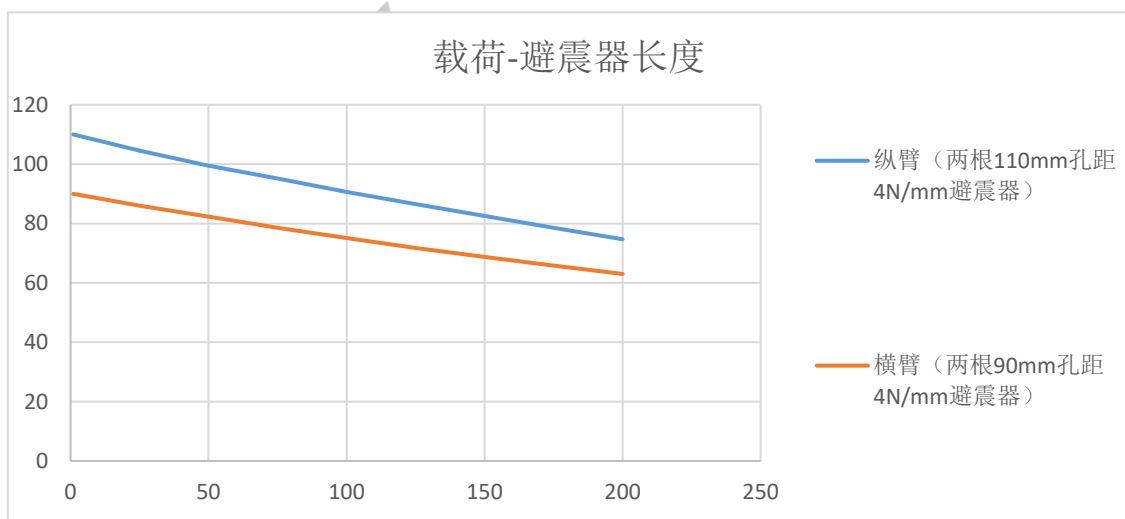


图 2-2

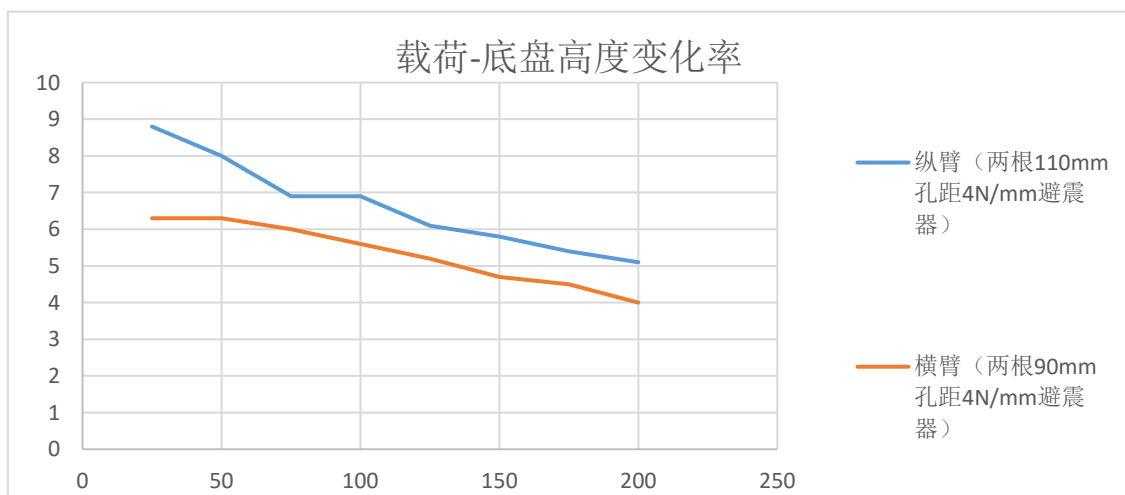


图 2-3

图 2-1 显示两种悬挂底盘高度接近相同,由图 2-2 可以看出避震器同样压缩 30mm 长度,底盘下沉的位移也接近相同。由此图 2-3 中的载荷-底盘高度变化率可代表底盘刚性。

两种悬挂底盘高度接近相同,避震器同样压缩 30mm 长度,底盘下沉的位移也接近相同。

由此可见,当经过恰当的调整和计算之后,横臂悬挂可以获得与纵臂悬挂相近的底盘刚度和行程。

采用以上两种悬挂的几何形状和参数,建立简化仿真模型。为反映两种悬挂构型的性能区别,除悬挂构型外其余因素应完全相同。设定车重为 16kg,簧下质量 1kg,车身惯性矩相同。

根据比赛规则手册建立飞坡和公路区模型。设定机器人移动速度均为 5m/s。

测量机器人车身中心的 Y 轴加速度。得到数据如下

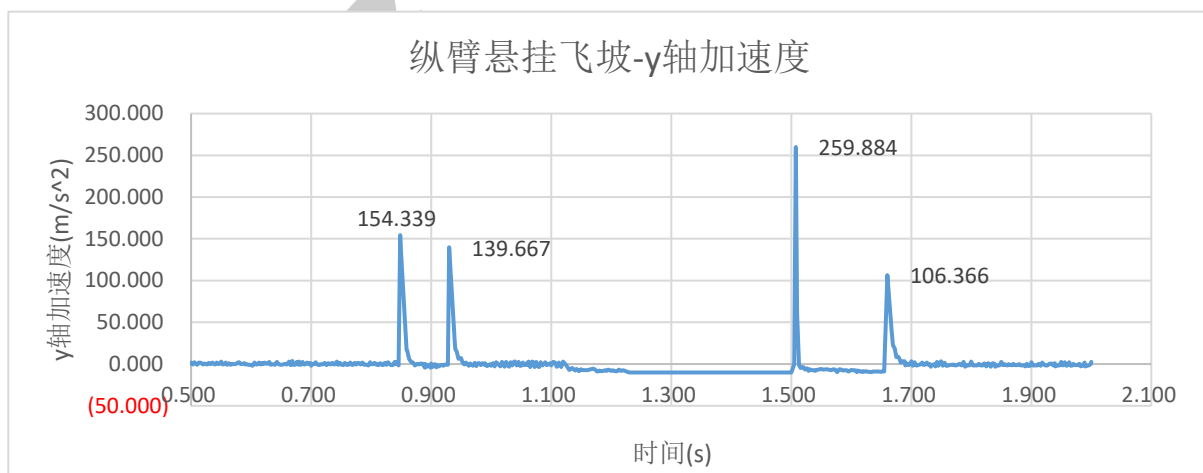


图 2-4

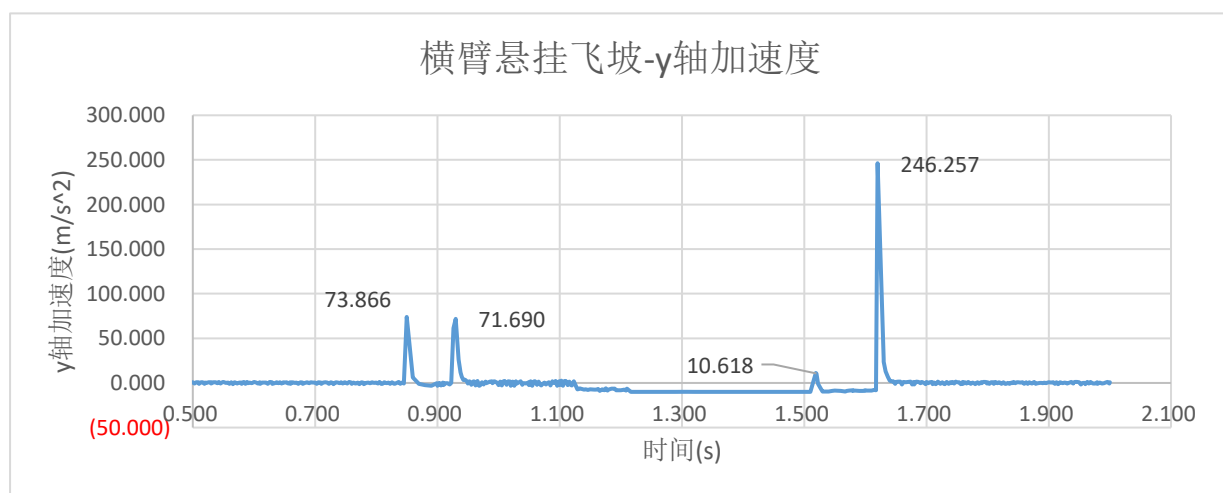


图 2-5

由图 2-4 和图 2-5 可以看出,机器人飞坡时车身 Y 轴加速度有 4 个峰值,分别是前、后

轮上坡时以及前、后轮落地时。可以看出横臂悬挂在上坡时车身的加速度比纵臂悬挂小。值得注意的是，纵臂悬挂前轮落地时的加速度大于后轮落地时，而纵臂悬挂后轮落地时的加速度大于前轮落地时。纵臂悬挂前轮落地时的加速度远大于横臂悬挂落地时的加速度 10.618 m/s^2 ，达到了 259.884 m/s^2 。而横臂悬挂后轮落地时的加速度虽大于纵臂悬挂后轮落地时的加速度，但是小于纵臂悬挂底盘受到的最大加速度，即前轮落地时的加速度。

综合来看，横臂悬挂在飞坡时吸收冲击的性能优于纵臂悬挂。但由于仿真时飞坡落地时的姿态并没有调整到最佳状态，初步分析可能是由于纵臂悬挂的前轮在落地时地面支撑力对摇臂的力臂较小，悬挂摇臂没有充分转动，避震器没有被充分压缩，大部分冲击的动量没有被悬挂系统吸收，导致车身的加速度非常大。而横臂悬挂相对来说避震器压缩更充分，起到了较好的吸收冲击的效果。

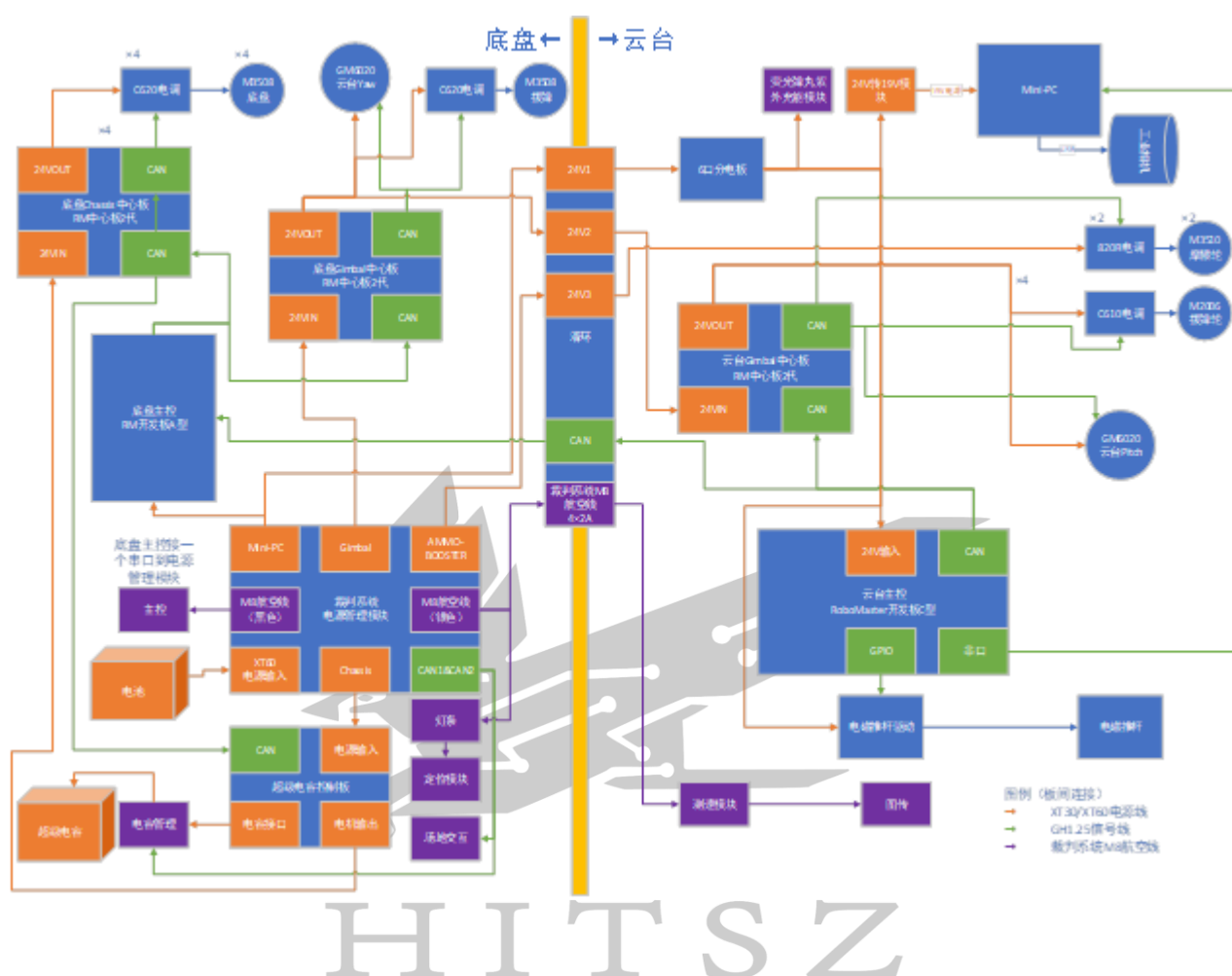
整车重心调整方面，参考「RM 圆桌」第十五期 进化的飞坡中对飞坡的仿真，在步兵左右对称，重心在左右对称轴处，重心高度位于云台 yaw 轴电机处，步兵的移动速度为 3.5 m/s 的假设情况下，车身重心在前后中心点向后 50 mm 处时，飞坡前后轮基本同时落地。由此可知，重心位于车身偏后一定距离，有利于飞坡落地姿态的优化，后续我们将根据现有步兵模型进行仿真，优化重心位置，从而获得更稳定的飞坡效果。

云台主要优化发射机构机构，目前通过对多所高校队伍开源资料以及本队上赛季方案的对比分析，目前着重测试拨珠螺丝或钢珠进行弹丸限位的方案。采用拨珠螺丝方案，在进行测试调试的时候便于调整限位间距、便于更换。同时，由于末端钢球直径小，可保证弹丸通过限位后直接与摩擦轮接触，减小外部扰动带来的影响。具体效果有待进一步的实测分析。

云台其余部分，在上一代基础上进行设计优化，主要优化方向是减轻质量，减少转动惯量以提高响应速度。对于云台 z 轴增稳方案，采用平行四连杆结构，并增加电机驱动，补偿旋转起伏台处车身上下移动高度差。

2.2 硬件方案设计

2.2.1 硬件整体框图



2.2.2 单板硬件说明

单板	设计需求	风险评估
ROBOMASTER 电调中心板	电调中心板是一款专为实现电源及 CAN 通信接口扩展的转接板。中心板具有结构紧凑、接口集成度高等特性,可同时提供 7 套动力系统的供电	几乎无风险

单板	设计需求	风险评估
SPI 转 CAN 板	用于收集编码器信息，与主控板通信	几乎无风险
超级电容控制板	用于管理超级电容的充放电和升降压，与主控板通讯	超级电容过充引发起火风险，输出电压不稳定导致整车设备不安全的风险
超级电容板	用于集成超级电容组	超级电容过充导致起火的风险，超级电容串联不均压导致的个别电容超压的风险
USB 转 CAN	用于小电脑与主控板通信	几乎无风险
Jlink WIFI 调试板	用于无线调试，方便研发	几乎无风险
大风车扇叶板	用于模拟赛场上的大风车	扇叶旋转过程中引起的机械伤人
5V 转 3.3V 模拟信号转换板	用于工程机器人拉线传感器模拟信号的转换	几乎无风险
G4 主控板	主控板	几乎无风险
F7 主控板	主控板	几乎无风险
NX 载板	转接板	几乎无风险

2.3 软件方案设计

1、软件设计采用 STM32 生成 keil 工程文件，与本队使用的中层函数库一并作为开发板中运

行的模板工程。

2、主控板使用 Robomaster 集成的开发板，使用双板通讯，通讯协议自拟 CAN 通讯协议。将底盘电机挂载在从板上，其余挂在在云台上的主板上。电机与主从板之间均采用 CAN 通讯协议，可实现单路 CAN 上不挂载超过 8 个设备。

3、代码分为四大层次：

- (1) 本战队集成分装好的通信协议、小电脑数据解算等中间层库层次；
- (2) 以底盘、云台、发射机构为主的任务层次；
- (3) 统一调整任务层次执行状态的顶层用户面板；
- (4) 基于 Freertos 进行多线程调度工作。

其中，任务层次的每一个模块又分成对外接口和内部解算两个文件。

整车主要信息以结构体的形式储存，通过用户面板改变整车具体状态，任务层次通过整车每个部分对应的状态相应地计算出每个模块具体的电机输出量，最终完成电机输出。

4、由于 RoboMaster 机甲大师超级对抗赛软件设计方案向下兼容 RoboMaster 机甲大师高校单项赛，因此我们决定沿用对抗赛的软件设计思路。

2.4 算法方案设计

- 1、视觉算法部分由外接的小电脑作为上位机，开发板的算力有较大盈余。
- 2、除了视觉外，本赛季我们将尝试使用激光云台作为外设代替视觉，测量其在长距离打击精准度上与神经网络视觉孰高孰低。该外设将直接挂载在云台载板上，通讯方式采用 CAN 通讯，返回红点指向位置所对应的距离和角度，利用数学模型算得云台 p 轴和 y 轴的偏移角，起到和视觉类似的作用。其控制逻辑预计采用新的 pid 控制方式（如比例积分分离）。

2.5 测试方案设计

- 3、飞坡测试：拍摄飞坡姿态视频，回放分析空中姿态，对控制方案、车身重心做调整优化，同时检查车身受损情况，对结构进行加强或轻化。
- 4、发射机构测试：搭建发射机构测试架，以及发射靶，制作发射机构模型，利用复写纸记录不同射频、不同射速下弹丸散布，根据结果改善控制和结构方案。
- 5、预计进行多轮测试，比较视觉与激光云台的效果并记录对应参数。

3. 项目进度计划

时间	项目
11. 1-11. 30	设计制作步兵底盘，设计制作发射机构测试系统
12. 1-1. 20	跟据测试结果设计制作第一代整车，进行飞坡和激活能量机关调试
1. 21-2. 14	根据测试结果分析问题，优化设计，制作第二代机器人
2. 15-3. 15	继续调试，操作手训练，根据实际操作进行结构、控制、视觉上的优化
3. 16-单项赛	编写检修手册，维护车辆，飞坡、激活能量机关进一步优化，操作手训练

4. 赛季人力安排

4.1 团队架构设计

角色	职责职能描述	人员要求	人数
组长兼主力机械设计人员	统筹安排整个步兵组各项目负责人员的任务，组织管理整组以实现整组的正常运作；对步兵机器人进行机械设计、绘制、迭代、完善	要求大二级以上有较强的组织管理能力,对相关技术有深入、全面的了解和掌握，熟练掌握 solidworks 绘图和机械设计,最好有比赛经验的正式队员	1 人

角色	职责职能描述	人员要求	人数
电控组成员	主要负责步兵机器人底层控制逻辑编写、机器人及环境数据的采集处理，实现机器人基本运动和特殊功能，同时要负责机器人主控板、功能拓展板设计及电气和通信线路的铺设，为步兵机器人的电子设备控制提供完整解决方案	要求大二及以上具有软件设计、算法设计能力，能独立完成控制方案设计与执行，最好是有比赛经验的正式队员。	2-3 人
测试组成员	设计并测试不同方案的准确度和可行性，并对数据进行分析从而对机器人优化	要求有创新思维，记录数据严谨且细心；且有独立提出、设计和实现测试方案的能力	2 人
主要装配人员	主要负责步兵机器人的拆装和修缮	熟练使用各类加工装配工具	1 人
梯度队员	增加对赛事和相关技术的了解，并承担一定的步兵组任务，辅助主力队员完成机械结构装配、测试等工作	要求掌握基本加工能力，熟悉机器人硬件以及布线，具有一定的技术基础，并且有深入学习的耐心和热情	3-5 人

4.2 团队建设思路

团队文化的核心在于协作，团结协作才能成就大家共同的目标和方向，从而才能实现和满足团队成员的各自需求，然而有效的团队文化是获得成功的切实保障。“共同的目标”是团队的凝聚力，“相互的信任”是团队的基石，“积极性”是团队前进的力量源泉。

1、团队文化应“明文化”

没有经过系统总结并最终表现为一段明确文字的“文化”，不能称之为文化。非明文化的状态依然是一种“行为习惯”的状态。真正能够使人的头脑发生改变，建立稳固的思维模式的关键途径是实现“明确语汇”的认知与认可。

这种明文化的文化一旦为团队成员所认可，即能产生一种类似于“承诺”的力量。

2、文化应与团队的业务建立联系，文化应该是可实践的文化

团队文化建设不是空中楼阁，它是团队建设的一部分。打造团队文化的目的依然是为实现团队目标服务。团队文化绝不是口号，而应是团队的行动指南。所以团队文化的确立，必须以团队业务甚至团队的产品为基础。什么样的业务，什么样的产品，什么样的组织模式，就应该有与之相应的团队文化。

应避免确立过于宽泛、过于抽象、过于宏大的团队文化。

3、宣讲及理解是关键

因为团队文化是一种思维模式的总结抽象，那么如何理解以及如何实践，就必定有一个吸收的过程。尤其是对于团队的新成员，基层成员，他们对团队文化的理解最浅，同时他们的行为违背团队文化的几率又最高，所以，对全员的宣讲及提升理解度的活动是团队文化是否牢固的一个关键。

4、团队文化应“知行合一”

打造团队文化的主要意义在于其对实践的指导性 & 提供一个明确的价值判断标准。所以，团队文化的工作不仅在“知”，更应在“行”，即要做到“知之真切笃实，行之明觉精察”。一个明确、牢固而又符合业务实际的团队文化形成后，能够形成强大的精神力量，提升团队的执行能力。同时，因为它的价值判断特性，还能通过规章制度的修订的方式，纠正我们的团队行为，形成一个完整的改进循环。

那么，在这些建设这些文化的过程中，我们又应如何具体实现呢？

一、营造愉快和谐的工作环境

营造愉快的工作氛围，是搞好团队建设的基础。愉快和谐的工作环境使每个成员在战队中不但干得好，还干得开心，从而不断增强凝聚力。战队平时组织成员打球，爬山，团建等集体活动，既可以增进队员之间的感情，也可以放松他们的压力。

二、创建和谐团队

1、有效沟通, 相互尊重

有效的沟通可以使团队建设中上情下达、下情上达，促进彼此间了解，使大家心情舒畅，从而形成良好的工作氛围。各小组的每个成员间必须相互尊重、彼此理解，否则，小组内部都将无法有效沟通那又如何对其他小组进行有效沟通呢？不同小组之间也

要相互尊重, 对其它小组需要配合的工作积极配合。人们只有相互尊重, 尊重彼此的技术和能力, 尊重彼此的意见和观点, 尊重彼此对战队的贡献, 团队才能更加友好和谐相处, 才能提高工作效率。

2、确立目标, 分解计划

首先队长要提出团队目标, 然后将目标分解, 细化, 同时通过组织讨论、学习, 将每个队员明确分工, 并做好监督管理工作, 大家统一朝着目标努力, 从而更加容易达到目标。

3、明确规范, 严格执行

衡量一个团队管理是否合格的一个重要标志就是制度、流程是否被队员了解、熟悉、掌握和有效执行, 执行过程中是否有监督和保障措施。让队员熟悉、掌握各类制度、流程、不但是保证工作质量的需要, 也是满足团队长远发展和队员快速成长的需要。

4、加强培训, 提升队员素质

培训能使队员对团队文化和目标有深刻的体会和理解, 能培养和增强队员对战队的认同感, 通过培训提高队员各方面的素养和专业技术水平, 从而达到入队资格要求使团队和个人双方受益。

5、建立公平的激励机制, 不断激发队员进步。

激励可以调动队员的积极性, 促进队员成长, 让队员在工作中表现地更加出色。每个队员都希望自己通过努力学习, 能得到提升的机会。

三、后期一些活动策划

为了加强团队凝聚力、带动队员的积极性, 我们也会在备赛过程中准备一些团建活动, 用于调动队员的活力, 也能让长期处于紧张状态的队员们有一个放松、愉悦的快乐时刻。

1、节假日小团建

由于学业和战队的一些任务, 也因为学校到家的遥远距离, 很多队员在节假日并不能回家和家人一起度过。而我们会在这些特殊日子里举办一些小型团建, 为这些“无家可归”的队员们带去一份快乐与温暖。也能够促进队员们的感情, 增进团队的凝聚力。

2、大型团建

在每一个赛季，我们都会面临人员的更换和交替，团队不可避免的会出现新面孔，队员间也会有尴尬与陌生。而为了更好的让新队员融入，也让老队员快速熟悉新队员的面孔，我们也会在每个赛季组织一到两次的大型团建活动，以此来拉近新旧队员间的距离，也让团队中每个人都有对团队的归属感。

5. 预算分析

5.1 预算估计

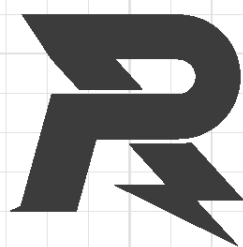
类目	子类目	费用	说明
研发耗材	机械部件	6500	数量：1 费用估算逻辑：包含整车机械部件费用以及备用件费用
	硬件相关	13500	费用估算逻辑：机器人的制作需要迭代；场上突发情况导致零件损毁需要更换备用件
	工具相关	3000	工具多为往届队员遗留，需求较小
比赛差旅	餐饮费用	2000	仅考虑单项赛参赛队员
	住宿费用	1500	仅考虑单项赛参赛队员
	租车费用	600	货拉拉

5.2 资金筹措计划

来源项	预计金额	筹措思路
学校赞助经费	463152	向学校递交经费申请表，说明耗材购买的必要性和参加比赛的意义
招商赞助经费	20000	向企业递交招商手册，通过帮助企业宣传、提供人才招聘通道等获得企业的赞助
比赛获利经费	4000	借助 RM 参赛经验参与机器人相关小型比赛，通过取得良好成绩获得奖金和经费支持
合作获利	5000	通过与校内单位（如学生会、党委宣传部等）的合作，弘扬机器人文化，展示技术风采获得分红

6. 技术方案分析参考文献

参考文献	收获点分析
「RM 圆桌」第十五期 进化的飞坡	运动仿真结果对飞坡姿态调整的启示



邮箱: robomaster@dji.com

论坛: <http://bbs.robomaster.com>

官网: <http://www.robomaster.com>

电话: 0755-36383255 (周一至周五10:30-19:30)

地址: 广东省深圳市南山区西丽镇茶光路1089号集成电路设计应用产业园2楼202