

V1.0

Using a 52-55 motor driver chip and Field-Effect Control (FDC), the RoboMaster C80 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.



Especially designed for the RoboMaster M1000 Pro Brushless DC Motor Starter and C80 Brushless DC Motor Speed Controller, this M1000 Accessory Kit includes several wheels and a bracket board.

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

The M1000 Accessory Kit includes several wheels and a bracket board, catering to multiple competition scenarios for easy replacement.

第二十一届全国大学生机器人大赛 ROBOMASTER 2022 高校单项赛

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.....	2
2 技术方案分析	3
2.1 机械结构方案设计.....	3
2.2 硬件方案设计	4
2.3 软件方案设计	6
2.4 算法方案设计	8
2.5 测试方案设计	8
3 项目进度计划	9
4 赛季人力安排	9
4.1 团队架构设计	10
4.2 团队建设思路	10
5 预算分析	14
5.1 预算估计	14
5.2 资金筹措计划.....	14
6 技术方案分析参考文献.....	14
.....	15

1 规则技术点分析

2022 步兵竞速与智能射击的地图除能量机关的激活方式（旋转起伏台）与往年发生了较大改变外，其余均一致，也就是说步兵单项赛的侧重点依旧在速度快，稳定飞坡，精确射击三个方面。而新增的旋转起伏台使精确射击与原地稳定小陀螺和合理的悬挂产生了关联。

2 技术方案分析

首先对速度快。在给定的功率体系，想要提升速度主要在超级电容的优化，减重，和使用全向轮或舵轮（麦轮本身特性电机效率最高 0.7，而全向轮小陀螺效率是 1，舵轮小陀螺和平移效率都是 1）三个方面。减重方面今年预计将传统麦轮全玻纤版的步兵做到 18KG 左右，由于新规则将舵向功率纳入了总底盘功率，因而简单的使用 6020 做四舵是不可取的，考虑继续优化麦轮或者单舵配合 2006 电机和全向轮使用。

其次对稳定飞坡需要机械结构的可靠和合理速度控制以及合理的布线规划防止在飞坡时受冲击和振动使线断开。

最后对精确射击触发能量机关，分为两个方面：发射的散度射频准度和旋转起伏台小陀螺时的稳定。发射的散度射频准度需要机械结构的精密装配，摩擦轮和拨弹轮的控制，自瞄算法合理。旋转起伏台小陀螺的稳定主要需要合理的底盘设计，云台 Pitch 轴算法的补偿进行稳定来保证旋转起伏台打符时云台与地面的相对静止。

2.1 机械结构方案设计

传统麦轮方面由于旋转起伏台的存在，打算使用较软的减震器配合气缸的自适应悬挂。预估自适应底盘会比传统全独悬更优，最近测试中需进行进一步测试论证。同时时间充裕的话会考虑非麦轮底盘的搭建测试。

飞坡方面由于需要多次受到较大的冲击，因而采取报电机形式配合论坛开源的上海交通大学加紧式联轴器去保证电机轴不被受弯同时底盘本身的铝框架采取和板子双层铆接形式减轻重量的同时提高强度，避免在多次飞坡时底盘本身发生断裂和连接处失效。

发射机构上由于上赛季溢出一些 CNC 枪口，暂时使用这一批进行设计，打算后续修改枪口，增加定位销和定位凸台等操作来保证与上下板之间的定位精度，降低因装配时不规范操作而使整体精度下降的行为的发生。同时为保证从拨弹到发射的稳定的延迟和因为 2006 减速箱自身齿轮机械特性而导致的无法特别精确的角度控制，可考虑使用光电门配合等比例缩放的拨叉来进行精确的角度控制，额外去做单发限位的装置。

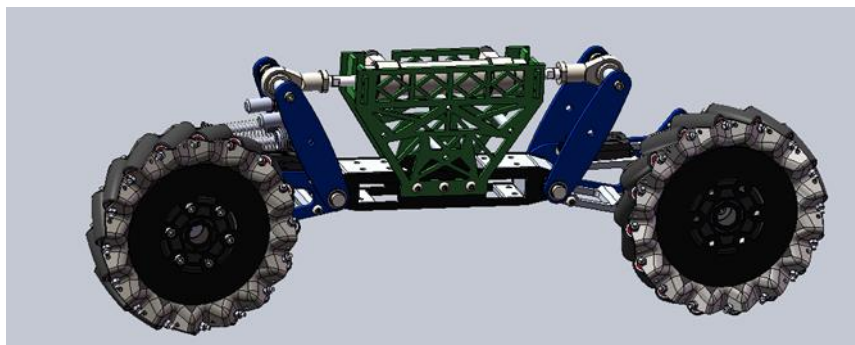


图 2.1-1

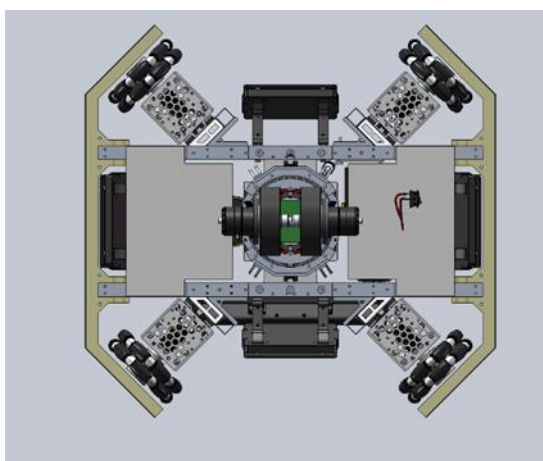


图 2.1-2

2.2 硬件方案设计

综合战队实际情况，主控板我们选择了大疆 A 型开发板，STM32F427IIH6 芯片强劲的性能足够支持我们完成各项任务。根据新型电滑环的空间尺寸、电气特性等因素，还设计了新的电滑环转接板，大大简化了机器人布线的难度，在保证完好的电气连接性的同时使机器人空间结构更为整洁。同时还加入了超级电容电源管理模块，能更好地储存底盘剩余的功率，并在需要的场合将储存的能量转化为动力输出，能大幅降低底盘超出功率的概率。

2.2.1 硬件整体框图

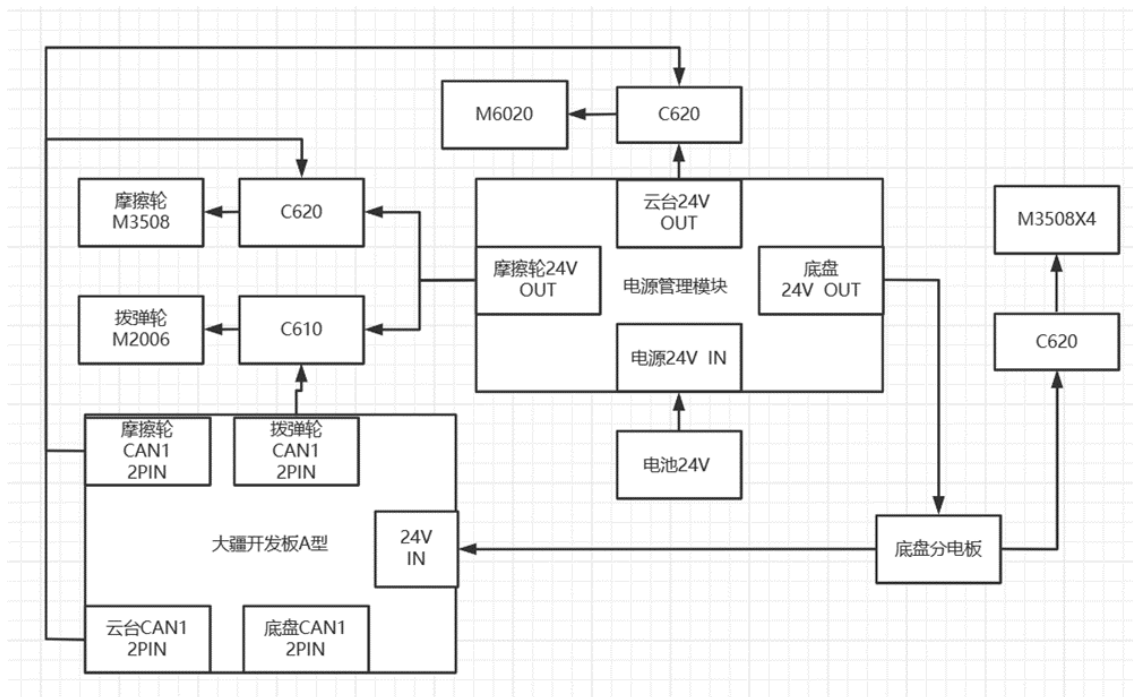


图 2.2-1

2.2.2 单板硬件说明

单板	设计需求	风险评估
大疆开发板 A 型	进行调度系统，完成指令解析、运动姿态解析、各个模块控制等主要任务	
电源管理模块控制板	进行电源输入、输出功率计算，以目标功率为超级电容补充电能，并与通过上位机进行通信的方式来调整运行模式	电流检测存在延时性，检测精度仍有改进空间
超级电容均压板	均匀分配超级电容组里各个电容的电压，防止因超级电容间内阻不同而导致的分压不均	长时间运行下会存在发热问题

单板	设计需求	风险评估
底盘分电板	保证底盘电机间 can 通信的信号完整性，使电能更好地分配至各个电机	可适当增加 can 口数量
电滑环转接板	保证滑环上下两端的电气以及 can 信号完整性	线路较细，承载电流较小

表 2.2-1

2.3 软件方案设计

2.3.1 硬件平台选型

一、电控部分

主控资源的使用方面，我们使用了一路定时器中断作为主循环，来进行调度系统，完成控制指令解析、IMU 数据解析、底盘云台控制量计算等主要任务。使用 CAN1、CAN2 来进行底盘、云台以及拨弹轮电机的控制量发送与反馈值接收。使用 UART 方式与上位机进行通信。使用 UART+DMA 方式获取遥控器各通道值。外设方面使用了一款 UART 通信方式的 9 轴 IMU。综合考虑目前使用的资源情况，比较大疆提供的 ABC 型开发板，A 型板使用 STM32F427IIH6 芯片，具有 180M 主频，2MB 闪存，能够较好地满足我们的使用需求。因此我们选用了 A 型开发板作为主要的硬件平台。

二、视觉部分

结合战队以往的经验，我们沿用了 Jetson TX2 做为核心计算设备，使用 Intel Realsense D435i 做为图像采集设备及辅助 IMU。由于 Jetson TX2 具有完整的 CUDA 特性，因此可以有效的对视觉识别过程进行加速；同时适配 Nvidia TensorRT 框架，可以对深度学习部署进行高性能加速；Jetson TX2 基于 ARM 架构，在满足我们需求的算力下功耗较低，每瓦性能较高。对于 Realsense D435i，其 RGB-D 传感器能够同时采集深度信息，在硬件层面提供了目标测距功能，减少了相应的工作量。

2.3.2 通信链路设计

机器人主控与上位机以及外设的主要通讯方式为 UART，与各个电调的通信方式为 CAN 总线。考虑比赛的对抗性，必须保证通信物理链路的可靠性与稳定性，机器人中所有的通信链路均使用蛇皮管包裹，并藏于提前设计好的通信链路沟槽当中，确保无裸露的线路。同时蛇皮管具有优良的电磁屏蔽效果，用其包裹线路，可以减少赛场环境下诸多的电磁干扰对通信的影响。

2.3.3 软件方案分析

目前我们所采用的软件方案为裸机加中断的形式，鉴于目前机器人功能还并不算太复杂，实时性要求不高，我们并没有使用操作系统。我们对使用 FreeRtos 的一些开源方案进行了学习，它的简洁性、可读性、可移植性和系统的实时性都要比裸机好很多。但前两个赛季由于人手以及队员技术水平问题，我们一直未能使用操作系统，再加上使用后还要对队员进行操作系统相关的培训，工作量也是很大的，因此一直操作系统这项工作一直被搁置，即便我们知道它有很多优越性。在这个赛季，由于功能复杂度增加，加上队内整体实力增强，我们将使用操作系统来优化我们的软件方案，提高其性能，也方便后来者进行移植与学习。

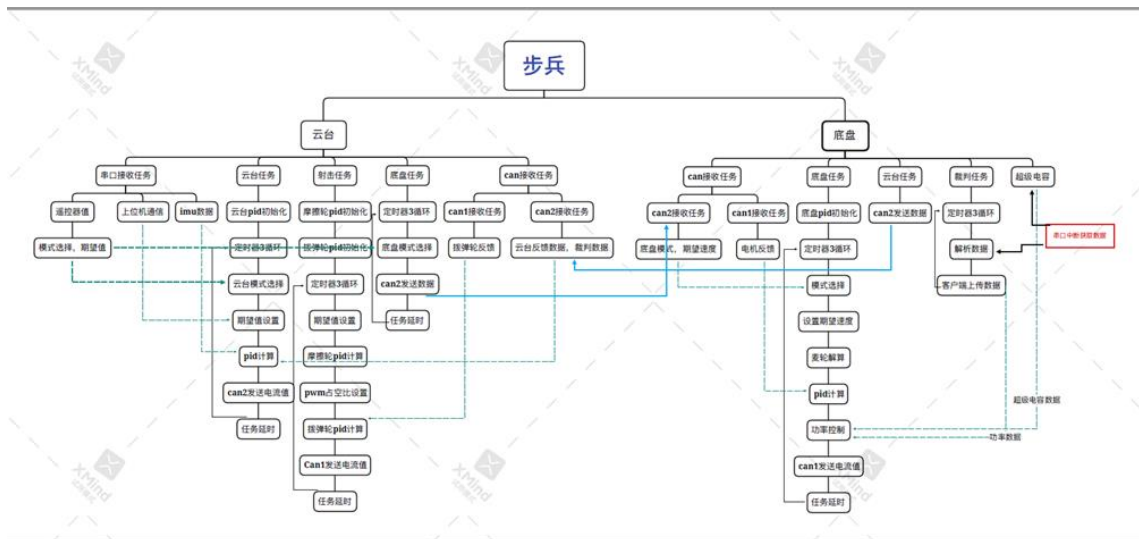


图 2.3-1

2.4 算法方案设计

视觉识别方案我们优先使用基于机器学习的方案，同时开发基于传统视觉的后备方案。结合上一赛季的经验以及积累的数据，我们依旧使用 Yolo v5 作为装甲板的识别网络；针对能量机关，我们考虑使用经过修改的 Yolo v5 以及 SVM 进行检测。为了防止机器学习的方案在比赛现场遇到潜在的失效情况，我们还设计了基于 OpenCV 的纯视觉方案，并对代码进行 CUDA 加速的适配以达到与机器学习方案相同的性能。

2.5 测试方案设计

2.5.1 电控测试方案

使用上赛季退役的步兵、英雄进行软件的测试与调试，将机器人拆分为底盘、云台、发射机构三个主要部分，分组进行调试。底盘部分，给底盘加装负载后，在起伏路段进行功率限制方案测试以及起伏路段的控制效果测试，在坡道进行飞坡测试，同时进行长时间的大负荷运行，确保底盘在赛场上的可靠性。云台部分，主要调试云台的抗干扰性能以及响应的快速、准确性。将单独的云台搭载在抖动的平台上，模拟起伏路段，进行云台测试调整，同时与底盘配合调试小陀螺功能。发射机构部分，设计单独的整套发射机构，进行长时间的拨弹测试，统计卡弹率，测试调试防卡弹功能。进行连续发射，统计弹速离散度、弹道稳定性，以此作为依据，选择合适的摩擦轮转速以及控制参数。

2.5.2 视觉测试方案

考虑到疫情防控带来的假期可能无法使用实际机器人进行测试，我们将会录制大量的测试视频，包括了各种可能的光照环境以及角度。同时我们会对视频进行增强处理，例如添加噪声；我们也会使用 GAN 生成一些测试视频提高所采用的神经网络性能。我们会准备大量测试样例从 Recall, PR 等指标检测评估神经网络性能。

为了减少在赛场上设备以及程序的失效概率，对于硬件设备我们会进行长时间负载测试以确认设备在比赛时间内不会因过热等原因宕机；针对代码，我们会根据以往测试过程中的经验，针对可能造成程序崩溃的问题（例如内存泄露，资源占用过大）在每次更新后进行特定测试，在测试阶段记录相应的输出日志以及图像信息以评估运行状况，使用 Nvidia Jetpack 以及 Nvidia Nsight 收集运行过程中的资源与性能数据。

3 项目进度计划

时间点	任务
12.26 之前	第一版步兵的基本测试完成，完成打符，由电控同学带回家进行优化
12.27-1.3	电控视觉深度联调，同时对飞坡姿态调整修正和打符自瞄能力进一步加强。机械绘制另一版原理底盘的步兵的图纸并搭建
2.1-3.1	第二版步兵的调试，3 月份返校进行下一步规划
3.1-比赛	根据两版步兵的主要问题和优缺点分析进行线下讨论交流，决定本赛季单项赛上场的步兵与进一步问题修改

表 3-2.5-1

4 赛季人力安排

4.1 团队架构设计

角色	人员安排	职责职能
机械	段一辉	原理的设计，图纸绘制及与其它技术组别对接
	张文彬	加工部分零件，与段一辉一并进行装配
电控	李紫璇	电控代码的书写，修改，调试，与其他技术组别对接
视觉	罗浩琛	自瞄算法书写，修改，测试，与其它组别对接

表 4.1-1

4.2 团队建设思路

东北大学秦皇岛分校英联 sudo 战队，单项赛参赛团队的团队建设依托英联 sudo 战队对抗赛参赛团队，参赛队员全部由对抗赛参赛队员组成，团队的管理、运营、建设、制度全部依托对抗赛参赛团体。所以单项赛参赛团队的建设思路与对抗赛基本一样，由团建计划、招募计划和培训计划、团队信息资源库建设计划组成。

4.2.1 招募计划

一、总则

为满足战队持续、稳定、快速发展对人才的需要，规范员工招聘流程，健全人才选用机制，保证战队各部门、各岗位能及时有效地补充到所需要的人才，特制定本制度。

二、招聘原则

坚持公开招聘、平等竞争、因岗择人、择优录用、先内后外、人尽其才、才尽其用的任用原则，并以发挥队员的智慧潜能为目标，务必将最适合的人才安排在最合适的位置上，帮助队员与战队共同成长。

三、录用标准

战队招聘面向本校在读的本科生、硕士生和博士生，根据岗位的不同，在招聘的时候遵循不同的标准。

技术岗：要求具有较强的解决问题的能力、学习能力和团队协作能力，有相关经验的人优先，学习成绩突出的优先；

管理岗：要求需具备一定的技术背景，还具有一定的管理经验，如担任过班长等职务；

宣传招商岗：要求性格外向，思维活跃，有相关经验的人优先。

四、招聘制约

- 有下列情形之一者，不能聘用为本战队队员。
- 非本校的学生，非在读的学生；
- 受过处分且尚未撤销者；
- 有挂科者。

4.2.2 培训计划

一、总则

为了规范对新队员的培训，提高培训效率、提升培训质量，特制定此培训章程。

培训目的：

- 1.对战队、对比赛形成完整的认识。
- 2.掌握对应的岗位职责、工作要领，使新进队员尽快适应和能胜任本职工作。

3.达成对战队文化、价值观和发展战略的认同；

二、培训组织

1.新队员的培训工作在队长的统一部署下由各组组长统一管理；

2.组长需根据该赛季规划，对队员分方向进行培养；

三、培训要求

1.培训工作要准备充分，注重过程，讲求效果，防止形式主义。

2.授课方法要理论联系实际，通俗易懂，深入浅出。

3.参加培训的队员要严格遵守培训纪律，准时参加培训，认真听课，细作笔记。实习时要尊重老队员，严格按规程操作。

4.培训考试成绩记入个人档案，作为转正、升（降）级、晋（降）职、转岗的重要依据之一。参加培训的队员未经批准无故不参加考试者，视为自动放弃考试，作降级或辞退处理。

5.参加培训的员工培训过程中所获得和积累的技术、资料等要做好保密工作，不得私自拷贝、传授或转交给其它战队或个人。

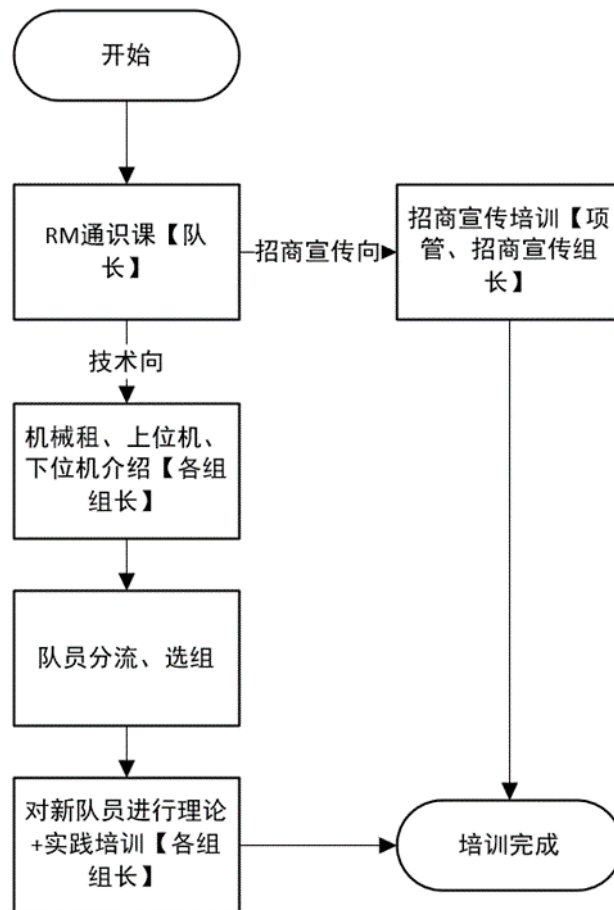


图 4.2-1

4.2.3 团建活动策划

团队建设活动作为维持战队团结合作的能力的一个重要纽带，是战队发展十分重要的调节剂。战队备赛周期长，压力大，战队人员多，性格各不相同，对各个队员之间的配合要求高，合适的团建活动不仅能够加强队员之间的感情，还能够提高备赛的沟通效率。战队有以下几种团建形式：

- 1.战队全体聚餐
- 2.各兵种组小组自发聚餐
- 3.战队全体海边租别墅度假

新的赛季，我们也在探索更多更好玩、更有效率的团队建设活动，使得我们团队能够联系地更加紧密，更加团结。

5 预算分析

5.1 预算估计

机械第一版成本（除电机，轮子外）：3000

机械第二版底盘成本（除电机外）：6000

类目	子类目	费用	说明
研发耗材	机械部件	15000	数量：大小零件差异过大不便于统计 费用估算逻辑：铝件+铝管+板材面积+铝柱+轴承+线规+气动类物品+预留其余物品资金
	硬件相关		
	工具相关		
比赛差旅			
其它			

表 5.1-1

5.2 资金筹措计划

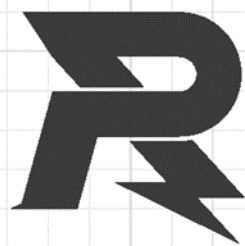
来源项	预计金额	筹措思路
学校赞助经费		
招商赞助经费		

表 5.2-1

6 技术方案分析参考文献

参考文献	收获点分析
大连理工大学 2020 步兵开源	自适应悬挂系统的设计和原理
上海交通大学 2020 步兵开源	轮组，机架和弹舱如何在轻量化的同时保证高刚度高强度
华南理工大学 2021 步兵开源	相似的拨弹原理，参考了拨叉，板间距，拨盘等的尺寸
Cervera, Enric. "GPU-Accelerated Vision for Robots: Improving System Throughput Using OpenCV and CUDA." IEEE Robotics and Automation Magazine 27, no. 2 (2020): 151 - 58. https://doi.org/10.1109/MRA.2020.2977601 .	嵌入式设备 CUDA 加速性能比较
Wang, Chien-yao, and Hong-yuan Mark Liao. "YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection," n.d.	Yolo v5 上一代网络，提供修改思路

表 6-1



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