

V1.0



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

Large 12-Motor Drive Unit and
Non-Directional Control (NDC), the
RobotMaster 2022 Standard 12-Motor Drive
Control is available in both single and dual
drive.



Designed for the RobotMaster
Standard 12-Motor Drive Unit and
Dual Drive Unit (DC Motor Speed Controller),
the RobotMaster 2022 Standard 12-Motor Drive
Control is a standard unit.

RobotMaster 2022 Standard 12-Motor
Drive Unit (DC Motor Speed Controller)
and RobotMaster 2022 Standard 12-Motor
Drive Unit (DC Motor Speed Controller)

For more information, please visit
the RobotMaster 2022 Standard 12-Motor
Drive Unit (DC Motor Speed Controller) page
on the RobotMaster 2022 website.

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
2.1.1 底盘.....	5
2.1.2 下供弹	5
2.1.3 云台.....	5
2.1.4 发射机构.....	5
2.1.5 装配.....	6
2.2 硬件方案设计.....	6
2.2.1 硬件整体框图.....	6
2.2.2 单板硬件说明.....	7
2.3 软件方案设计	7
2.3 算法方案设计.....	8
2.4 测试方案设计.....	9
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.....	11
5. 预算分析.....	13
5.1 预算估计.....	13
5.2 资金筹措计划.....	14
6. 技术方案分析参考文献.....	15

1. 规则技术点分析

英雄吊射这一挑战项目难度较大，基于对规则分析，本赛季英雄技术点主要有以下几点：

1. 吊射距离约为 20m，在 16m/s 每秒的射速下，英雄机器人要具备一个较大的仰角（45° 以上），这是吊射的前提和基础。
2. 远距离吊射对英雄机器人的发射机构提出很高的要求。具体有：①时间充裕，射频基本无要求，至少平均每十秒打出一发弹丸，要求发射链路不卡弹。但由于摧毁基地时的剩余时间是排名的依据之一，因此需要保证在一定的射频下射击的稳定性。②射速稳定，射速偏差需控制在 $\pm 0.1\text{m/s}$ 以内。③射击精准度要求在 20m 距离对直径 400mm 圆的命中率至少为 14%（达到评奖标准），若要摧毁基地，要求命中率至少为 67%。
3. 远距离吊射的另一难点在于瞄准和定位。吊射时英雄机器人不能通过图传看到基地的位置和弹丸落点，难以手动调整狙击角度和位置；距离过远，视觉也难以识别基地装甲板。因此我们认为，精准吊射除了发射机构的设计外，还需要借助传感器和雷达辅助定位和瞄准，采用在场上定点吊射的方案。
4. 即使是定点吊射，也需要根据弹丸实际落点调整狙击点或弹丸初速。因此需要借助雷达站的第三视角反馈弹丸落点，根据反馈调整摩擦轮转速或者云台角度。
5. 远距离吊射要求英雄机器人的底盘和云台在发射时保持足够稳定，保证重复发射的精度。

2. 技术方案分析

发射机构方案：

- ①采用传统下供弹摩擦轮发射方案，优点在于发射机构体积小，但远距离吊射精度可能难以保证。
- ②抛射方案，根据官方测试结果，抛射大弹丸可以达到非常高的吊射精度，但缺点在于发射机构占用大量体积，机器人整体机动性变差。

定位方案：

利用安装在底盘上两个距离传感器，确定机器人与 3 号高地上两个相互垂直的围挡间的距离实现机器人在 3 号高地上的定位。

瞄准方案：

yaw 轴偏移量首先根据雷达反馈确定，或事先通过测试确定，再根据实际情况进行手动微调。
pitch 轴偏移量预先测试一个角度，再根据弹丸的实际落点调节摩擦轮转速，或者调整 pitch 轴角度。

2.1 机械结构方案设计

2.1.1 底盘

- 高强度，能承受大量冲击
- 结实耐用，可靠性高
- 整体刚度大，保证发射时不变形，不晃动。
- 研发方向：轻量化铝方管车架

2.1.2 下供弹

- 1Hz 射击时无卡顿
- 弹仓加弹路储弹 80 发（优先机动性和轻量化）
- 大滑环使用铝加工件固定和回转支承，加固 yaw 轴
- 六爪拨弹

2.1.3 云台

- 重心与 pitch 轴和 yaw 轴重合，指向精准无延迟
- 使用传动，将 6020 安排在 yaw 轴上降低转动惯量和云台质量
- 有限位设计，云台断电或风车后能起到保护作用
- 可在发射机构测试平台上使用
- 预留 17mm 发射机构接口

2.1.4 发射机构

① 摩擦轮发射方案：

采用直径 60mm 聚氨酯包胶摩擦轮，硬度 55，间距 38，无枪管。采用铝制炮管，在单发限位的基础上，增加四个凸台进行弹丸定心。

② 抛射方案:

橡皮筋储能发射，借鉴官方设计。

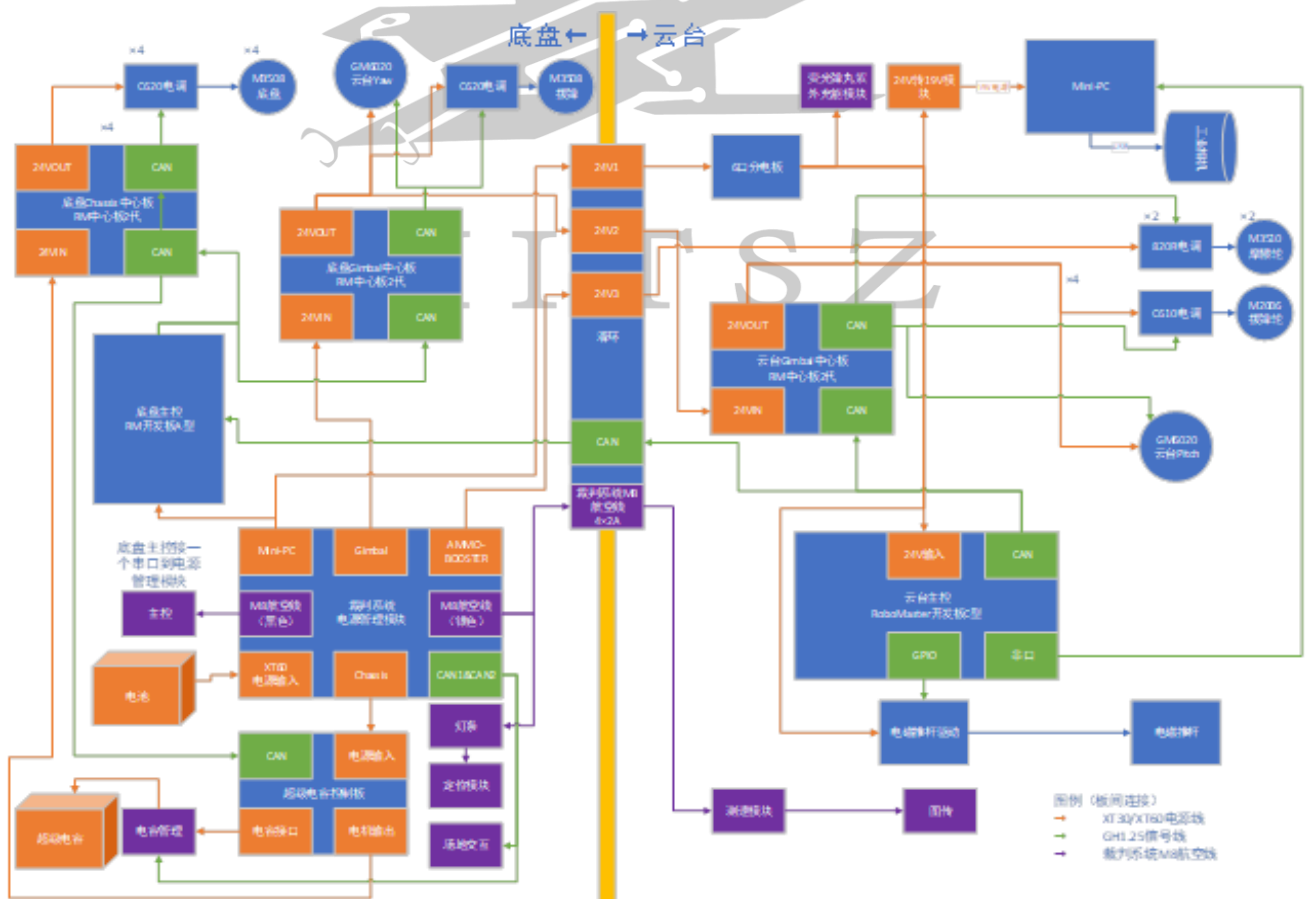
- 20m 距离对直径 400mm 圆命中率达到 70%
- 达到至少 16m/s 初速度

2.1.5 装配

- 装配模块化，装配逻辑合理
- 预留步线及硬件的空间，机体不外露线束及电路板
- 预留硬件的观察和维护窗口

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
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，仅为单项赛单独设计一个特殊模式，并为之让渡出一个键位。该模式下开启自瞄模式，底盘驻点并采用底板的陀螺仪做反馈，云台跟随底盘、以小电脑的返回值为基础相对底盘锁定，达到即使发弹有略微零飘依然能返回到上一次发射的基准值的效果，鼠标不再能控制云台转向，此模式下 wasd 转而微调云台的 p 轴和 y 轴。可能还会增加两个键位用于操作手手动控制摩擦轮转速以控制发弹弹速。

5、为抵消发弹的后坐力带来的零飘，预计采用新的 pid 控制方式（如比例积分分离）并引入抬枪补偿。

2.3 算法方案设计

1、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。

2、剩余视觉部分方案设计同对抗赛自瞄方案。

2.4 测试方案设计

- 1、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。
- 2、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。
- 3、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

12 月上旬	整体框架（包括底盘、云台）出图
12 月中旬	图纸审核、发加工
12 月下旬	装配，第一版车落地，做相应的测试和调试，测试软件和算法方案的可行性
1 月（寒假集训期间）	主力队员根据测试结果做相应的改进和调整，进行迭代设计和方案调整； 梯度队员熟悉车的保养修配，继续做测试和记录等工作。
2 月下旬	第二代车迭代发加工装配
3 月	嵌入式和算法部分进行大量调试，保证性能稳定，并确定最终上场方案
4 月上旬	完善和保养

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	统筹安排整个英雄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；对英雄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
电控组成员	主要负责英雄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，为英雄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	主要负责英雄机器人的拆装和修缮	熟练使用各类加工装配工具	1 人

角色	职责职能描述	人员要求	人数
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及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。

HITSZ

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	50000	费用估算逻辑：考虑迭代和备用件的支出

类目	子类目	费用	说明
	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

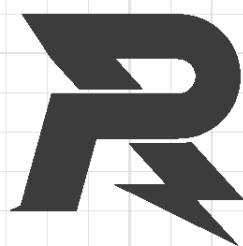
来源项	预计金额	筹措思路
学校赞助经费	463152	向学校递交经费申请表，说明耗材购买的必要性和参加比赛的意义
招商赞助经费	20000	向企业递交招商手册，通过帮助企业宣传、提供人才招聘通道等获得企业的赞助
比赛获利经费	4000	借助 RM 参赛经验参与机器人相关小型比赛，通过取得良好成绩获得奖金和经费支持

来源项	预计金额	筹措思路
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
RM2021-上海交通大学-云汉交龙战队-英雄机器人-机械结构开源	轻量化设计，井字形车架结构，供弹链路设计和优化思路，发射机构。
RM2021-北理工-中心供弹英雄机械开源	中心供弹思路，承载式车身，整体结构紧凑小巧。
RM2021-华南理工大学-普渡华南虎-机械设计开源-英雄机器人	发射机构设计和优化思路。

HITSZ



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