

V1.0



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



Using a 30-40 motor drive axle and
high-strength carbon fiber (HSC), the
RoboMaster 2022 Competition 100 Series Robot
Control an omnidirectional robot, with motor
control.

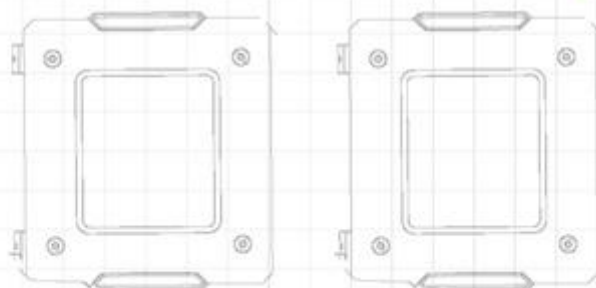
Exhaustive design for the RoboMaster
2022 Competition 100 Series Robot
Control an omnidirectional robot, with motor
control and a 100 Series Robot.

RoboMaster 2022 Competition 100 Series
Robot Control an omnidirectional robot, with motor
control and a 100 Series Robot.

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.....	4
2.2 硬件方案设计.....	5
2.2.1 硬件整体框图.....	5
2.2.2 单板硬件说明.....	5
2.2.3 重要传感器选型说明	6
2.3 软件方案设计.....	6
2.4 算法方案设计.....	7
2.5 测试方案设计.....	7
3. 项目进度计划	8
4. 赛季人力安排.....	8
4.1 团队架构设计.....	8
4.2 团队建设思路.....	9
5. 预算分析.....	12
5.1 预算估计.....	12
5.2 资金筹措计划.....	12
6. 技术方案分析参考文献.....	13

HITSZ

1. 规则技术点分析

RMUT2022 步兵单项赛的挑战任务是从场地上的 A 点出发，依次占领 A、B、C、D 点后激活能量机关，其中从 A 点到 B 点需要经过一段 15° 坡和一段 13° 坡，规则没有限定机器人的运动轨迹，因此从 B 点到 C 点就有两种路径可走，但是从 B 点运动到地图上的对角再经过两段 13° 坡的时间显然会比从 B 点直接飞坡到 C 点的时间长，因此飞坡方案应该会大多数队伍选择的方案，在通过 C 点后机器人又要经过两段 13° 坡才能到达 D 点。

由于目前赛场上还没有出现过平衡步兵，我们暂且无法得知坡道会对平衡底盘的平衡性能产生多大影响，鉴于本次赛场上有许多坡道，我们预计在平衡状态下的爬坡将会对机器人运行时间产生很大的影响。

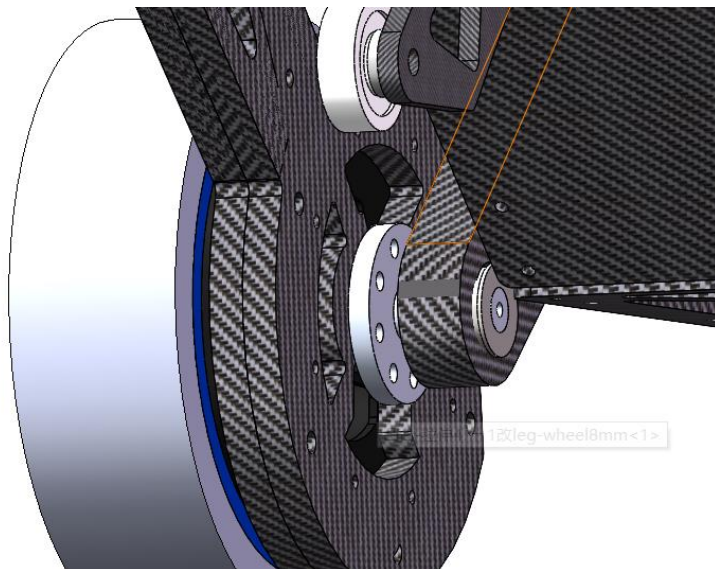
除此之外，平衡步兵飞坡也是一个很大的挑战，因此，提高平衡底盘在各种地形下的稳定性就应该是最重要的技术突破点。

2. 技术方案分析

2.1 机械结构方案设计

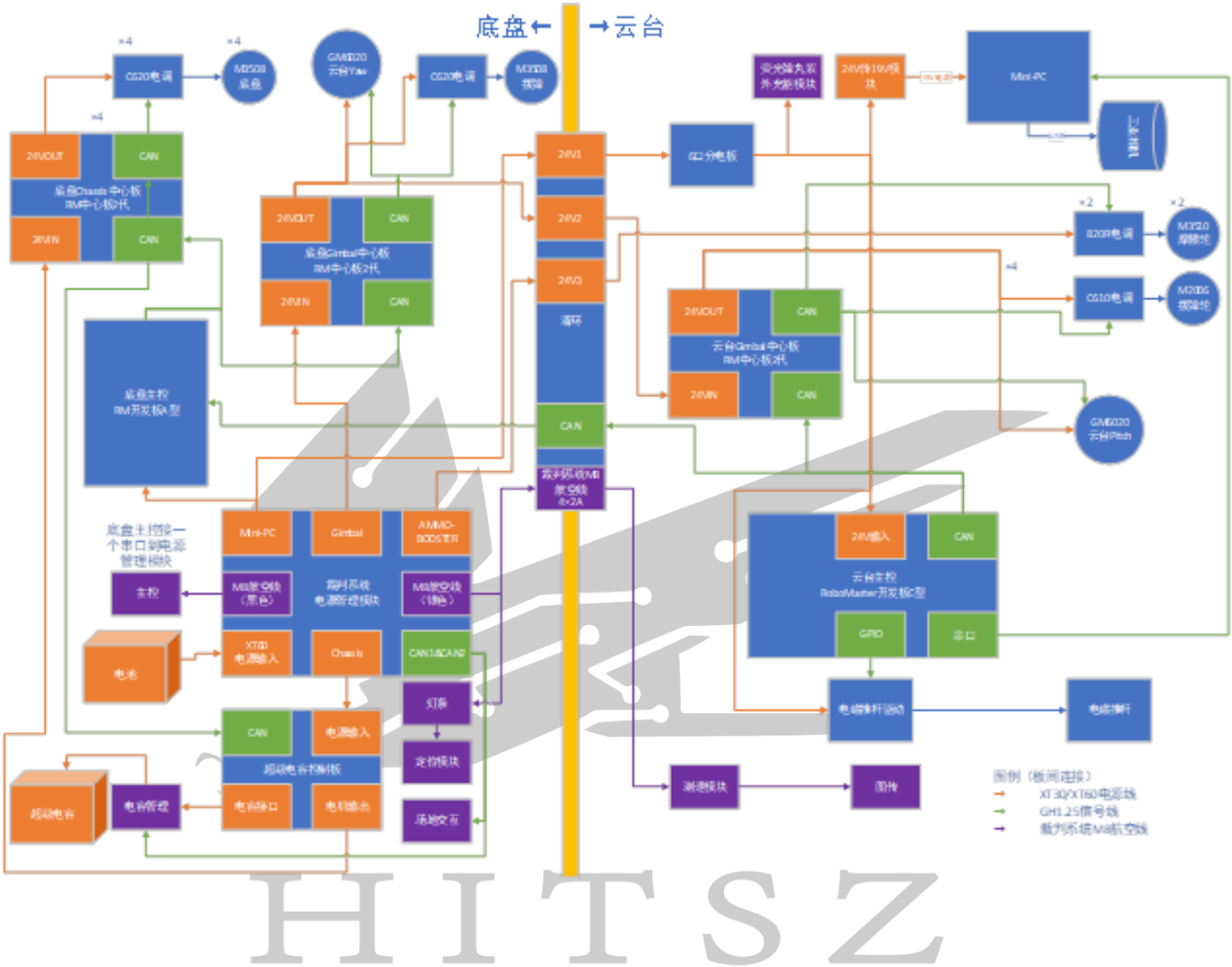
机械结构设计方面参考了哈理工荣成校区 ARX 的机械设计，对轮轴部分进行了再设计，关节电机和驱动电机均采用了宇树 A1 电机作为驱动电机。轮轴部分为了避免外八问题和横向尺寸的考虑，以及经济情况的考虑，选择了用两块 8mm 玻纤板来组成，其中一块扣在电机两边进行限位，同时也保证了一定强度。

目前处于调试阶段，云台部分未进行绘制，计划沿用上一赛季的云台设计。



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

2.2.3 重要传感器选型说明

- 陀螺仪模块：C 型开发板内置的 bmi088 陀螺仪
- 光流模块

2.3 软件方案设计

控制框架：

我们计划在原有的南工骁鹰步兵机器人软件框架的基础上加入对宇树 A1 电机的 STM32 驱动支持，考虑的 STM32F767 来实现与 A1 电机的通信，并采用 CAN 通信来实现 F7 开发板和 RoboMaster C 板的板间通信。

2.4 算法方案设计

2.4.1 控制算法设计

在平衡底盘方面，我们目前计划使用的控制算法是 PID 或 LQR，PID 的控制方案是三闭环 PID，即转向环、角度环和速度环，其中输入为车体速度和车体倾斜角度，最底层的转向环的输出为电机的力矩（宇树 A1 电机提供了力矩控制软件接口）。鉴于平衡底盘 PID 控制器的调参难度较大，我们还考虑了 LQR 方案作为备选方案，首先需要通过测量机器人的质量、质心、转动惯量等参数来得到系统的状态方程，然后求解 Riccati 方程得到 P 矩阵，最后用 P 矩阵计算出反馈矩阵 K，输入和输出仍采用与 PID 方案相同的设定。

在云台方面，我们计划沿用经典的双环 PID 方案，即速度环、位置环的方案，在此不做展开。

2.4.2 击打能量机关算法方案

视觉识别在 Robomaster 赛场上尤为重要，是提升己方作战效率，获得能量机关增益的必须手段。视觉识别经过多个赛季的发展，传统算法已经较为完善，但是对环境光、遮挡等不良条件非常敏感，而随着边缘计算设备和轻量级目标检测模型共同发展，在机器人等嵌入式平台上使用泛化能力更好的神经网络来完成视觉任务。

在参与步兵竞速单项赛时，有击打能量机关的任务，我们计划采用 EKF 扩展卡尔曼滤波进行相位计算，使用时间和角度对初相位进行解算。使用 Python 生成噪音并跟踪效果图。

2.5 测试方案设计

我们计划先用已测得的机器人物理参数进行仿真，在软件验证确定无误后我们再进行实物调参。我们为机器人配备了无线调试器，在机器人上电后可以对机器人内部参数进行实时改动，避免了反复插拔下载器和重复烧录代码。对于平衡底盘，我们计划在以下几种地形测试它的平衡性能：平地；斜坡；超级对抗赛场地内起伏路段。

3. 项目进度计划

2021 年 10 月前底盘出图并完成装配

2021 年 12 月前完成平衡底盘自平衡参数调试及相关技术验证

2022 年 2 月前云台出图并完成装配

2022 年 4 月前完成参数调试

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
机械负责人	负责平衡步兵的机械设计部分	要求大二及以上，有机械设计基础，对平衡步兵有所了解且感兴趣，并对目前开源的平衡步兵图纸较为了解，最好是有比赛的经验的正式队员	1 人
嵌入式负责人	负责平衡步兵软件和算法部分的整体方案设计，硬件部分的设计、接线以及测试与调试	要求大二及以上具有软件设计、算法设计能力、硬件设计能力，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	1-2 人
视觉负责人	负责平衡步兵自瞄击打能量机关的整体方案设计以及测试与调试	要求大二及以上，超过一年视觉组工作经验，较强的代码架构能力，最好是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
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指出机器人优化方向建议	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
运营组成员	记录并参与平衡步兵的设计、加工、装配、测试等过程，采集素材	积极与人沟通，了解平衡步兵相关规则要求与机器人制作规范	0-1 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	4000	数量：若干 费用估算逻辑：一代图纸估计，加上后期维护和更换零件费用。
	硬件相关	18700	
	工具相关	2000	工具多为往届队员遗留，需求较小
比赛差旅	餐饮住宿以及租车费用	4000	仅考虑单项赛参赛队员
其它			

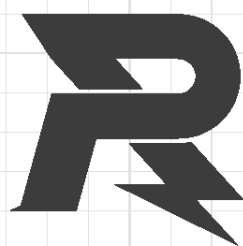
5.2 资金筹措计划

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

来源项	预计金额	筹措思路
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
赵磊. 两轮平衡车建模与系统设计. 西南交通大学. 2013	基本了解两轮平衡车的几种机械结构类型，对机械设计选型时有很大帮助
李作庆. 两轮自平衡机器人控制系统研究与设计. 哈尔滨工业大学. 2009	控制方案的大体框架来源
秦勇. 两轮自平衡机器人运动及其控制策略研究. 哈尔滨工业大学. 2008	控制策略的设计改进点
陆军. 基于 PID 和 LQR 控制的两轮自平衡小车研究. 西南交通大学. 2012	对于底盘控制算法的调试与改进有很大帮助
傅继奋, 孙汉旭, 王亮清, 肖爱平, 赵勇, 余忠华. 自平衡两轮机器人的控制系统设计. 机电产品开发与创新, 2004, 17 (6) : 75-77	采用了一部分控制逻辑思路



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