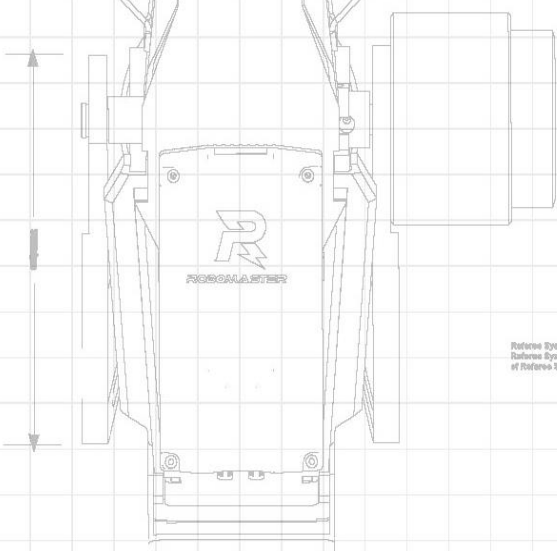




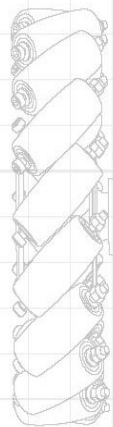
桂林电子科技大学

GUILIN UNIVERSITY OF ELECTRONIC TECHNOLOGY

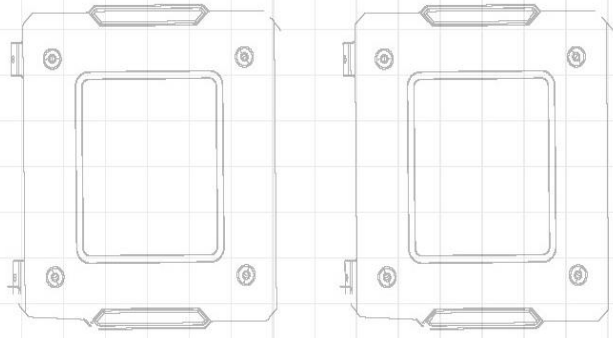
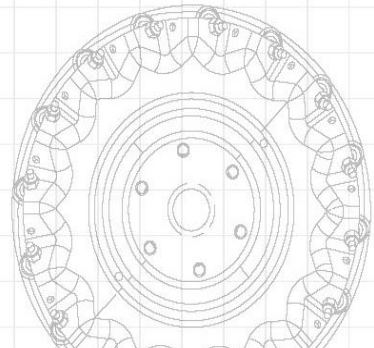
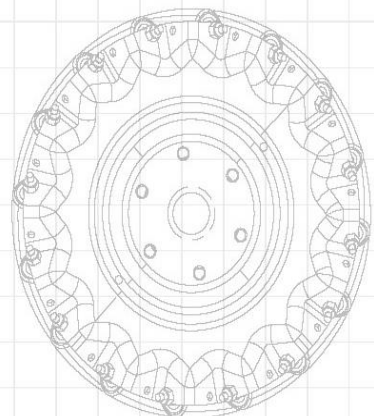
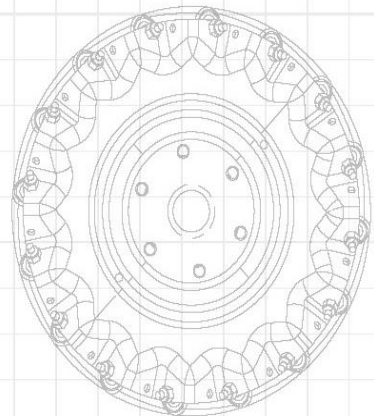
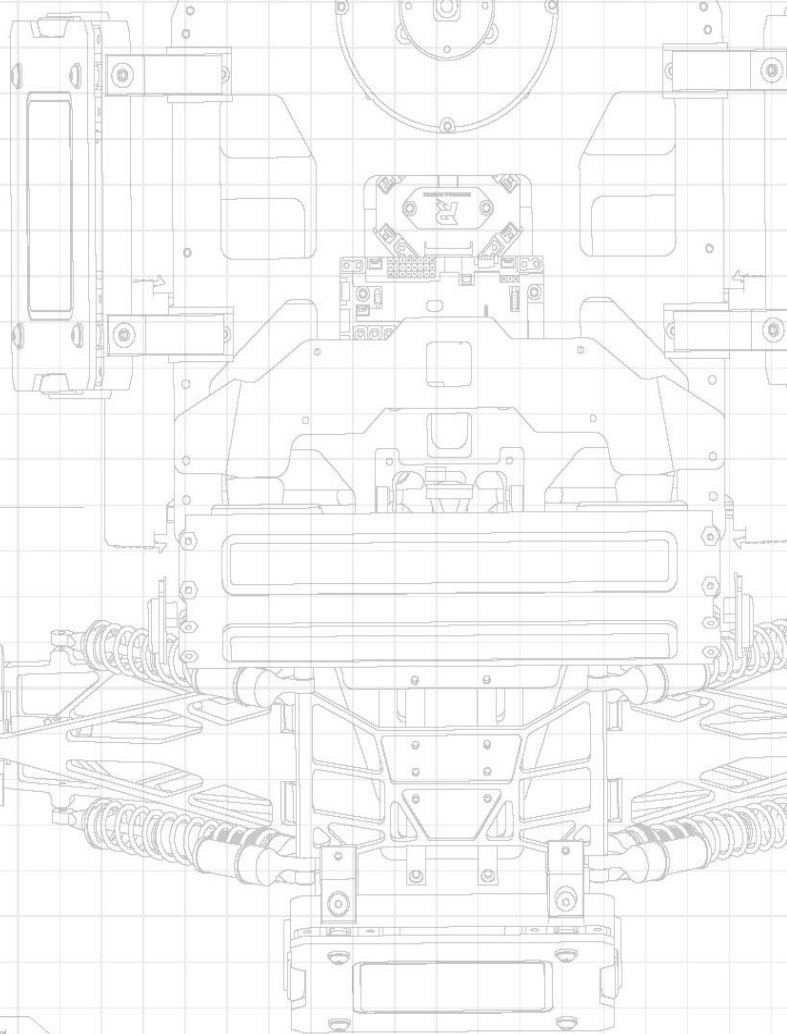
Emphatically designed for the RoboMaster M5000 P19 (Brushless DC Motor Motor and C8500 (Brushless DC Motor Speed Controller), the M5000 Accessories Kit includes several cables and a terminal board.



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



See M5000 Accessories Kit include several cables and a terminal board, creating a complete competition system shown by our independent matrix.



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

桂林电子科技大学
Evolution战队
编制

目 录

| | | |
|-------|------------|----|
| 1. | 规则技术点分析 | 3 |
| 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 | 5 |
| 2.3 | 硬件整体框图 | 6 |
| 2.3.1 | 单板硬件说明 | 7 |
| 2.3.2 | 重要传感器选型说明 | 8 |
| 2.4 | 软件方案设计 | 8 |
| 2.5 | 算法方案设计 | 9 |
| 2.6 | 测试方案设计 | 9 |
| 3. | 项目进度计划 | 10 |
| 4. | 赛季人力安排 | 11 |
| 4.1 | 团队架构设计 | 12 |
| 4.2 | 团队建设思路 | 13 |
| 5. | 预算分析 | 13 |
| 5.1 | 预算估计 | 14 |
| 5.2 | 资金筹措计划 | 17 |
| 6. | 技术方案分析参考文献 | 18 |

1. 规则技术点分析

英雄单项赛历时 2 分 30，英雄机器人可装载 15 发弹丸，基地血量共 5000，击毁基地需要在狙击点命中基地 10 次。即若要达到最高伤害，最多有五次失误。比赛胜利判定优先级为：造成伤害最高>耗尽弹丸速度最快>机器人重量最轻。根据上述规则描述，建议我方选用远距离打击能力更强的气动英雄机器人，以命中率为第一目标。第一发弹丸可通过视觉自瞄锁定，后续发射弹丸由操作手自行预判校准枪口，每完成一次发射立刻校准，保证弹丸的命中率。

由于比赛可有两次机会，两次成绩取伤害量高的一次，那么我方在第一局以击毁敌方目标达到最大伤害量为主，第二局即可更加灵活，在保证有一定命中率的前提下加快攻击频率，以求在短时间打完弹丸。若第二局能击毁基地，则以第二局成绩为主，获得更高名次。

2. 技术方案分析

采取自适应悬挂来适应来适应不平的地形，从而保证云台的稳定。云台依靠滑环和电机实现 yaw 轴和 pitch 轴自由，以此保证枪管能移动瞄准。采用摩擦轮转动或者气压推动给予大弹丸一定的能量从而抛射出去。视觉通过摄像头瞄准，依靠弹道建模以及计算机计算实现精准定点打击。

2.1 机械结构方案设计

| 英雄 | 内容 |
|----|---|
| 底盘 | <p>在实际装配过程中，悬挂杆的弹簧会因装配误差导致左右不平和悬挂系统强度不够的问题。这是由于理论计算中有些因素没考虑到产生的结果。在经过讨论补充完整理论计算后，我们得出了 $GL1/4=K(L2-X)$ 的公式，以此来计算车重与悬挂弹簧形变、受力轮系上升情况的关系。</p> |

| | |
|-------------|---|
| <p>云台</p> | <p>云台要保证整个云台的质心位于 Pitch 轴的轴线上，需要使用到 $F1 \times L1 = F2 \times L2$ 力臂公式，以 P 轴为中心线，通过电机等零件配平云台两端重量，从而使云台质心始终位于 Pitch 轴轴线上。</p> <p>因为发射机构使用气动作为动力源，则可以依靠击锤将大弹丸在每次发射前固定在中心位置，快泄阀利用压力的瞬间释放给予大弹丸一定的能量从而抛射出去；发射机构使用摩擦轮作为动力源，由拨弹盘将大弹丸推至和摩擦轮接触，两个摩擦轮通过反向的高速旋转给予大弹丸一定的能量从而抛射出去。</p> <p>气动发射机构经过测试适合远距离吊射，合理搭配使用能取得更好的成绩。</p> <p>云台电机不位于 P 轴上，需要使用到连杆结构给予 Pitch 轴动力。设计连杆结构时要以电机圆心, P 轴原点，连杆结构固定点三个点连接成一个平行四边形，以此实现给予 Pitch 轴转动所需的力。</p> <p>在完成过程可能会出现英雄机器人运动使云台晃动不稳的情况，这一般是因为零件制作过程中存在误差，或者零件的实际重量与理论重量不同，导致云台的质心并不在 Pitch 轴的轴线上。当英雄机器人原地转动的时候云台会相对于底盘做偏心运动便能证明是上述情况导致云台晃动。而解决方法一般是根据情况增加或减少配重，对云台进行重新配平。</p> |
| <p>发射机构</p> | <p>发射机构使用气动作为动力源，则可以依靠击锤将大弹丸在每次发射前固定在中心位置，快泄阀利用压力的瞬间释放给予大弹丸一定的能量从而抛射出去；发射机构使用摩擦轮作为动力源，由拨弹盘将大弹丸推至和摩擦轮接触，两个摩擦轮通过反向的高速旋转给予大弹丸一定的能量从而抛射出去。</p> <p>气动发射机构经过测试适合远距离吊射，合理搭配使用能取得更好的成绩。</p> |

| | |
|-----------|--|
| <p>弹链</p> | <p>为了保证大弹丸能够顺滑地到达发射机构，需要弹链的间距要留够足够的容错率，保证弹丸在实际运动过程中不会因为磨损等原因而受到摩擦力导致卡弹，但考虑到容错间距过大的情况下会导致弹丸在弹链中位移过大，故最终采取弹链之间只保留 44mm 间距。</p> <p>在完成过程中可能会出现转弯处大弹丸无法推动上去的情况，这种情况一般是设计过程中设计弹链转弯过急的情况，在设计转弯处时应当使转弯处的弧线为两个直径大致相同的相切圆弧。</p> |
|-----------|--|

2.2 硬件方案设计

为了方便维修和管理，我们设计了一套通用性极高的硬件方案。为了适应每个机器人的基本形态，我们对底盘和云台分开，将其看成两个单元。每个单元都由一块分电板和一块主控板组成硬件部分。其中底盘分电板由电池供电，云台分电板又由底盘分电板供电，而云台与底盘的主控之间采用汽车通信中常用的 CANFD 通信。这样的设计可以使用与几乎所有的机器人。不仅可以极大的简化硬件的维修与管理，软件在开发上也可以统一代码方案，机械上也可以将固定电路板此部分器件统一化。这样在各个方面的维修与开发都方便了不少。下面我分别就三种板子进行说明：

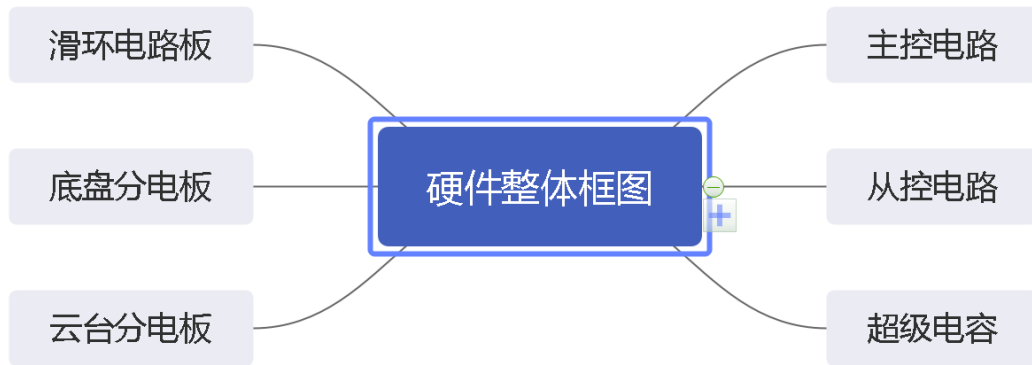
底盘分电板：底盘分电板上将电流分为三路：MiniPC、Chassis 和 Gimbal，对应电源管理模块上的三路电源，分电板上还有 CAN 转接口、12V 和 5V 三种接口。保护方面有防反接、防过压和防雷击保护。

云台分电板：云台分电板上将电流分为两路：Gimbal 与 MiniPC。其中，Gimbal 由底盘分电板的 Gimbal 路引上来，MiniPC 由底盘分电板上对应的 MiniPC 引上来。除此之外，Gimbal 路还通过一个恒流电源给充能装置供电。同样的分电板上有 CAN 转接口、12V 与 5V 三种接口。保护方面有防反接、防过压和防雷击保护。

主控：主控采用 STM32F427 芯片。其上功能有：串口、D-BUS、SWD、CAN、RS485、CANFD 和 TIM 等。其中 CANFD 需特别说明，因为 STM32F427 没有直接支持 CANFD 与 485 通信的寄存器，于是我们使用 MCP2517FD 芯片将 SPI 通信转为 CANFD。RS485 通信虽然没有用到，不过考虑到 RS485 通信也是电机常用的通信方式之一，为了增加其普适性，我们还是在上面添加了 RS485 通信接口。为了使得主控更加小巧，既能方便安装也能减小信号线上的干扰，特别采用了四层板。保护方面，电源上我们做了防反接、防过压和防雷击保护。信号线

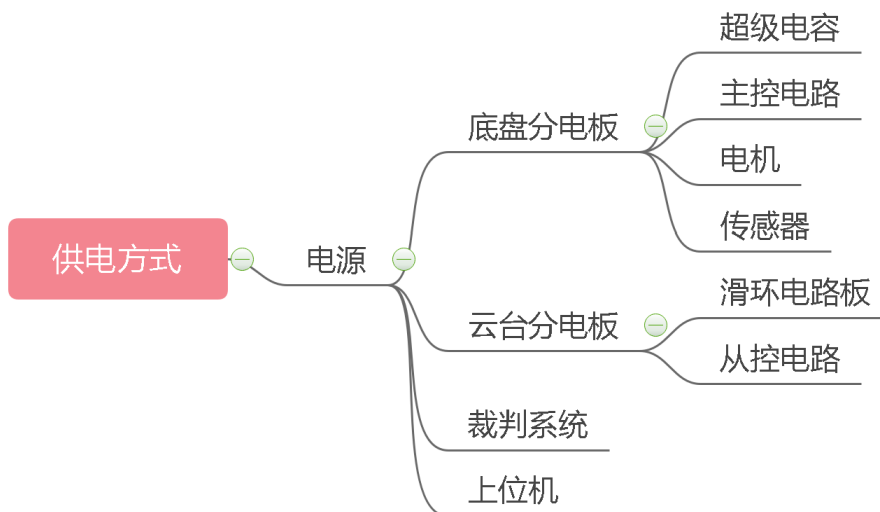
上我们做了静电防护。

2.3 硬件整体框图



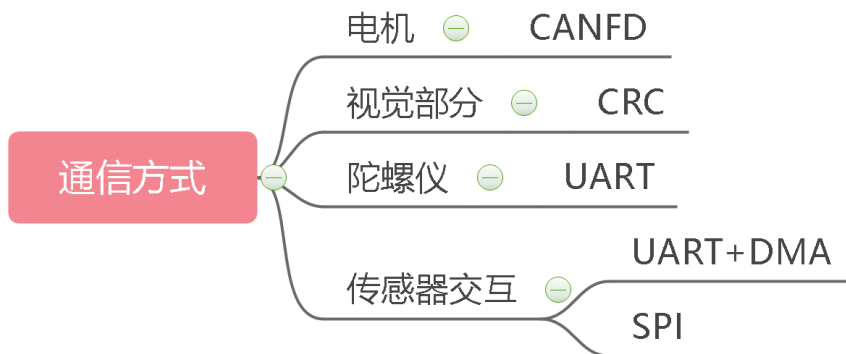
硬件整体由主控电路、从控电路、超级电容、滑环电路板、底盘分电板、云台分电板六大部分组成

供电方式



供电由 24v 电池供给底盘分电板、云台分电板和裁判系统，底盘分电板给超级电容主控电路和其他传感器以及电机供电，云台分电板给滑环电路板和从控电路板供电，裁判系统和上位机独立供电。

通信方式



主控电路通过 CANFD 来控制电机，视觉部分通过 CRC 校验，陀螺仪通过 UART 串口，传感器通过 UART+DMA 接口和 SPI 接口交互。

2.3.1 单板硬件说明

| 单板 | 设计需求 | 风险评估 |
|-------|--|------------------------|
| 底盘分电板 | 满足各个机器人的供电需求，根据比赛规则对机器人的电压和功率进行限制，方便进行维修，有对各个模块供电接口，输出电压和电流稳定，有过载保护。 | 底盘分电板部分线路过于暴露，使用时要进行保护 |
| 主控板 | 机器人主要控制版，要有多种通信方式，满足机器人各个模块之间的通信要求。 | 对供电的要求高，主控芯片有烧毁的风险 |
| 陀螺仪版 | 要求精度高，设计要精致，芯片对陀螺仪数据的能精确的处理。 | 精密元器件，注意使用保护 |
| 滑环 | 符合机械设计的要求，对接口接线进行扩展。 | 无大风险 |

| | | |
|--------------|---|-------------------------------|
| <p>底盘分电板</p> | <p>满足各个机器人的供电需求，根据比赛规则对机器人的电压和功率进行限制，方便进行维修，有对各个模块供电接口，输出电压和电流稳定，有过载保护。</p> | <p>底盘分电板部分线路过于暴露，使用时要进行保护</p> |
|--------------|---|-------------------------------|

2.3.2 重要传感器选型说明

1、TOFSense PS 激光测距传感器

该传感器具有光学过滤、级联测距等功能，精度可达到 1mm，3m 内标准差可达到 5mm 以内；1mm 的低盲区可使其极大的避免盲区对探测的干扰；FOV 角为 15~27° 可调角，可自定义其探测范围。还拥有开发便捷且性价比较高 deng 多个优点。

2、E3F-DS30C4 漫反射光电传感器

该传感器具有感应灵敏、响应快速和防水防油等特点。该型号的感应距离为 6~50cm 可调节距离；并采用了 PMMA 有机高透玻璃，使透光率提升至 94%，保证了信号的有效准确性与灵敏度。采用防水阻燃材料，防水效果达到 IP68 等级；对于透明与不透明材料此型号传感器都可进行探测。

2.4 软件方案设计

英雄吊射需要相当高的精确度，稍有偏差对于算法控制来说就是致命的误差。在软件设计方面，电控需要提供多组完整且精确的数据给算法，同时要保证弹丸射速的稳定性，云台不能因为高射速带来的较大的加速度的影响而失去原角度模式。在此我们为达到需求效果，做出以下设计。

1. 重新制作陀螺仪模块，更新陀螺仪算法，采用加速度量程更大的 BMI088 陀螺仪芯片，并在模块上集成三轴磁力计和气压计以控制陀螺仪数据零飘，获取相对高度差以提供给算法解算。由于该模块同为 MCU 读取和解算，对于主控而言即为串口获取数据，可以为主控分担一部分的模块的使用，例如激光测距等可以利用串口做到级联的模块。

2. 更新云台控制逻辑，在特殊模式下的闭环反馈也采用不同的反馈闭环，在超视距打击模式下可以利用码盘值闭环，由于 6020 的码盘值是绝对值码盘，再辅以陀螺仪的速度环即可增强云台稳定性。

2.5 算法方案设计

方案一：操作手在狙击点吊射基地时由于距离较远上装甲板较小会导致识别和测距都会出现一定的偏差且吊射基地属于超视距打击稳定识别已经不现实，所以我们希望通过操作手先将 UI 图像的中心移到上装甲板的中心获取当前的 pitch 轴角度再由狙击点和基地上方固定高度差即可算出预期的 pitch 轴角度。

优点：该方案较为稳定，一旦有一发大弹丸命中，只要弹道和射速稳定，可以保证连续发射弹丸有很高的命中率。

缺点：前几发弹丸大概率需要进行微调后才能稳定命中容易拖慢节奏拉低经济。

方案二：通过获取雷达站识别到的基地和英雄的位置来计算出预期的发射角度和方位。

优点：不受场地和机器人位置限制，不会出现弹道的偏移问题。

缺点：对雷达站的识别测距精度要求很高，很容易造成高误差的吊射。

2.6 测试方案设计

机械：

英雄吊射需要高精度的弹道和稳定的射频，这就需要多次测试才能达到基本的要求吗，因此计划在以下方面进行测试：

发射机构测试：在足够空旷的场地，布置打击目标，在打击目标上布置一张 A4 纸，从不同的距离进行瞄准射击，每次测试射击 50 发，测试后根据 A4 纸上留下的弹痕确定大弹丸发射散布，以此测试出最佳的发射机构。

弹链测试：以射击 100 发弹丸作为一组，每次测试进行三组测试，记录每组测试时出现的卡弹次数，确定卡弹位置，最后对弹链进行优化，以 100 发不卡弹作为最终目标。

视觉：

在狙击点对对方基地进行吊射时不断地改变初始点相对于装甲板的位置已测试出最佳的吊射初始范围并排除因数据错误而带来的偏差，再在狙击点不同的位置位置进行重复的吊射观察吊射的大致情况以确定方案总体的可行性并排除因特殊情况而带来的偶然误差得出最终较为可靠的吊射数据。

电控：

电控方面测试主要集中在云台的稳定性和射速上。对于云台的测试，首要的测试便是陀

螺仪的测试。

1. 陀螺仪：

陀螺仪的 yaw 轴漂移通常是一枚陀螺仪最容易出现数据差异问题的地方，又由于陀螺仪的数据并非简单的数字信号输出，模拟信号输出导致的零点漂移是云台测试中最大的测试要点，测试方案如下：

1) 将陀螺仪单独固定在平台上，观测数据在一定时间内的漂移量。

2) 将陀螺仪装配上机器人，对陀螺仪运动间的数据保存输出，分析其波形的变化和应对数据跳变的稳定性。

2. 射速：

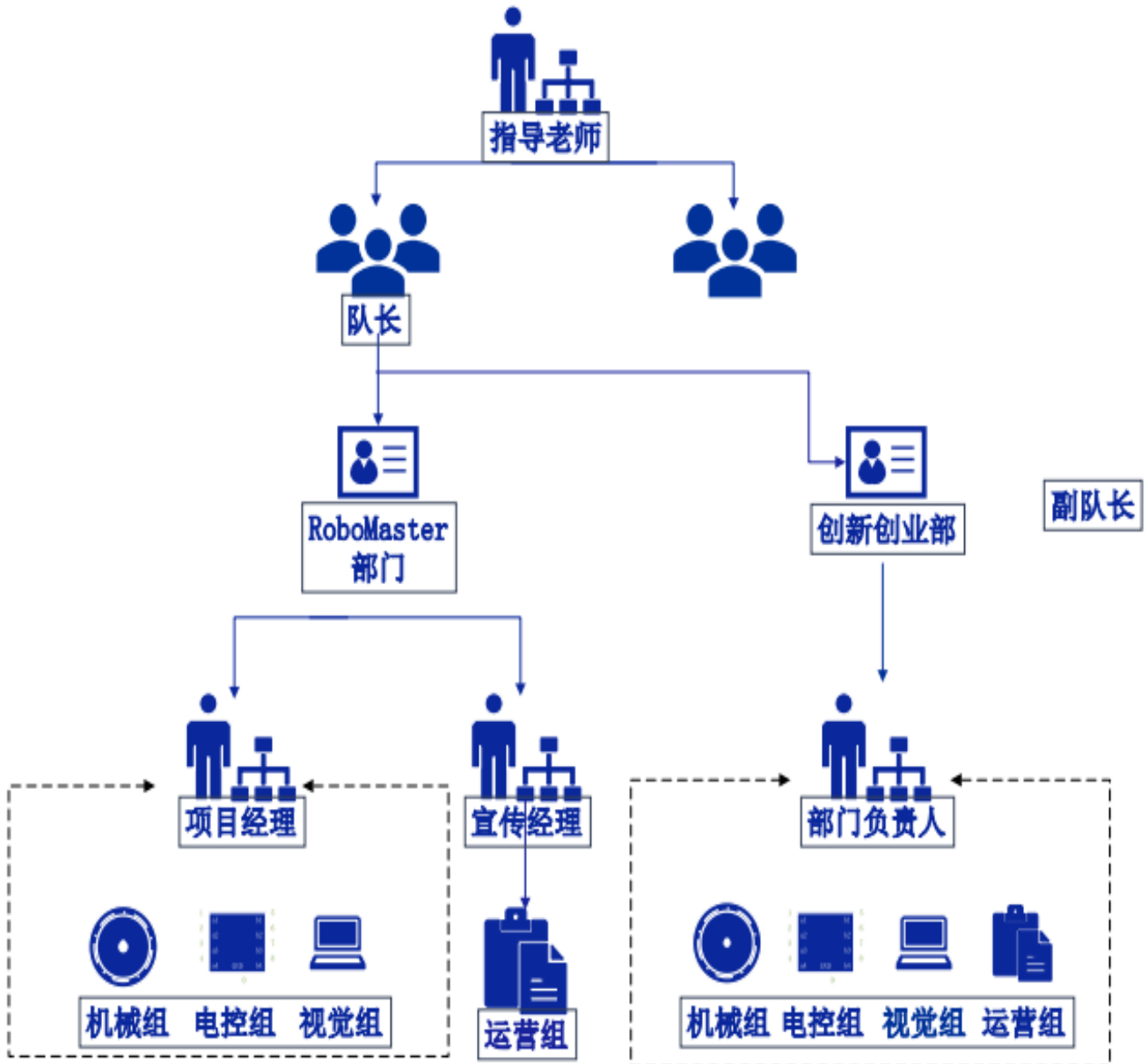
射速通常和电机的性能，算法的稳定性有关，测试射速的方式也只有通过测速模块的反馈获得，新算法通过测速反馈得到动态的射速期望，这赛季对于算法控制达到一定阶段的情况下的方案。测试方案为配合机械做打弹测试。

3. 项目进度计划

| 时间 | 进度 |
|------------------|------------------|
| 2021 年 11 月 1 日 | 云台三维图纸设计完成 |
| 2021 年 11 月 5 日 | 底盘三维图纸设计完成 |
| 2021 年 11 月 25 日 | 英雄机器人整车完成装配 |
| 2021 年 12 月 1 日 | 机械电控对英雄机器人进行功能调试 |
| 2021 年 12 月 20 日 | 算法组的预判打击及测试 |

4. 赛季人力安排

从建队至今，我队除了精专技术，不断在技术上取得突破之外，也十分注重队伍人员管理的架构。来到 2022 赛季，队伍同以往相比管理体系更加完善，还增设了创新创业部门，层次更加清晰，人员职责更加分明。今年队伍的管理层综合各方面因素考虑，顾及整个实验室未来几年的发展趋势，确定了队伍架构的最终形式。



4.1 团队架构设计

| 角色 | 人员 | 人员要求 |
|------|---------------------------------------|---|
| 指导老师 | 唐亮 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 负责战队的人身财产安全； 2. 申请、整合和指导赛季战队的经费等资源的使用； 3. 督促、监管战队的项目进度； |
| 顾问 | 电控：马伊龙 机械：谢一源 视觉：李承蒙 操作手：梁业河 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 给队伍提供战略、技术、管理等指导与支持； 2. 把控机器人研发的方向和技术评定； 3. 机器人的前瞻性探索； 4. 进行队员技术上的答疑解惑。 |
| 队长 | 梁睿哲 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 负责赛季的规划； 2. 负责赛季的战队战术安排和调整； 3. 负责战队人员分工、统筹； 4. 负责与校内外的交流工作 |
| 项目管理 | 林俏锦 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 负责技术部门人员的分工统筹； 2. 负责对研发项目进度的整体把控； 3. 负责综合考量项目成本及风险； 4. 协调队长进行队内管理工作。 |
| 机械 | 蒙忠乾、潘韬 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 机器人机械结构的设计和优化； 2. 零件的加工和组装调试等； |
| 电控 | 陈艺超、王鑫 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 构建英雄机器人代码； 2. 机器人软硬件设计和检修维护等。 |
| 视觉 | 王方舟 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 机器人所搭载计算机系统的开发； 2. 机器人视觉识别功能的开发和调试改等。 |
| 操作手 | 陈浩文 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 英雄机器人的实战训练； 2. 战斗策略的制定和技术传承； 3. 机器人性能的反馈等。 |
| 运营 | 覃茜 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 训练安排； 2. 宣传招商等。 |

4.2 团队建设思路

队伍由两个机械两个电控一个视觉组成。

将整车分为云台和底盘两部分，两位机械成员，一个负责云台部分，另一个负责底盘部分，最后再组装成整车。两位电控队员，一个负责硬件部分，另一个负责软件部分。这种方法可以很有效的利用时间，同时也有充分的时间足够成员学习自己负责的部份的知识，保证效率的同时可以将整车的质量提高，减轻了每位成员的工作压力。

视觉方面就不需要更多的细分，由一位视觉队员负责整车的视觉算法部分即可，在视觉调试的过程中，由电控和机械配合就可以完成整车的测试。

当车辆出现问题时，机械和电控各有两人可以保证再突发情况下能够至少有一人来解决，避免了因为时间安排而导致整体拖累进度的情况。

5. 预算分析

项目预算：包括普通英雄和气动英雄

| 兵种 | 组别 | 物资 | 数量 | 单价 | 小计 | 总计 | 总计 |
|----|----|-----------|----|------|------|-------|-------|
| 英雄 | 电控 | GM6020 电机 | 4 | 900 | 3600 | 21720 | 48014 |
| | | M3508 电机 | 12 | 500 | 6000 | | |
| | | M2006 电机 | 2 | 260 | 520 | | |
| | | C620 电调 | 12 | 400 | 4800 | | |
| | | TB47 电池 | 2 | 1600 | 3200 | | |
| | | 陀螺仪 | 2 | 400 | 800 | | |
| | | 线材 | 2 | 100 | 200 | | |
| | | 比例阀 | 1 | 1500 | 1500 | | |

| | | | | | | |
|--|----|-----------|------|------|-------|-------|
| | | 气缸 | 1 | 200 | 200 | |
| | | 快排阀 | 1 | 600 | 300 | |
| | | 电磁阀 | 3 | 200 | 600 | |
| | 视觉 | Jeston nx | 2 | 6640 | 13280 | 19294 |
| | | 工业相机 | 2 | 2580 | 5160 | |
| | | 串口转接线 | 2 | 12 | 24 | |
| | | 相机线 | 2 | 65 | 130 | |
| | | 镜头 | 2 | 350 | 700 | |
| | 机械 | 板材 | 1500 | 1 | 1500 | 7000 |
| | | 机加件 | 4000 | 1 | 4000 | |
| | | 紧固件 | 700 | 1 | 700 | |
| | | 标准件 | 800 | 1 | 800 | |

5.1 预算估计

| | | | | | | |
|----|------|-------------------------------|---------|------|-----|------|
| 底盘 | 官方元件 | RoboMaster M3508 P19 直流无刷减速电机 | 299 | 个 | 5 | 1497 |
| | | RoboMaster C620 无刷电机调速器 | 239 | 个 | 4 | 958 |
| | | RoboMaster 麦克纳姆轮 左旋 | 299 | 个 | 2 | 598 |
| | | RoboMaster 麦克纳姆轮 右旋 | 299 | 个 | 2 | 598 |
| | | RoboMaster 电池架（兼容型） | 119 | 个 | 1 | 119 |
| | | RoboMaster M2006 P36 直流无刷减速电机 | 155 | 个 | 1 | 155 |
| | | RoboMaster C610 无刷电机调速器 | 95 | 个 | 1 | 95 |
| | | TB47D 电池 | 1359 | 个 | 1 | 1359 |
| | | RoboMaster 机器人专用遥控器套装 | 377 | 个 | 1 | 377 |
| | | 非官方成品模块 | 9015 电机 | 2200 | 个 | 1 |
| | 避震 | 85 | 对 | 4 | 340 | |

| | | | | | | | |
|----------|-------------------------|-----|------------------|-------------------------------|-----|-----|------|
| 摩擦轮英雄机器人 | 云台 | 机加工 | 滑环 | 850 | 个 | 1 | 850 |
| | | | 加工费 | 2000 | 次 | 1 | 2000 |
| | | | 材料费 | 500 | 项 | 1 | 500 |
| | | | 铝方管（含切割、钻孔和焊接） | 2000 | 项 | 1 | 2000 |
| | | 标准件 | 螺钉 | 450 | 项 | 1 | 450 |
| | | | 轴承 | 300 | 项 | 1 | 300 |
| | | | 同步轮 | 50 | 个 | 5 | 250 |
| | | | 同步带 | 30 | 条 | 3 | 90 |
| | | | 3D 打印 | 600 | 项 | 1 | 600 |
| | | | 线切割 | 700 | 项 | 1 | 700 |
| | | | PCB 制版 | 硬件加工 | 600 | 项 | 1 |
| | | 板材 | 玻璃纤维 | 350 | 项 | 1 | 350 |
| | | | 碳纤维 | 400 | 项 | 1 | 400 |
| | | 云台 | 官方元件 | RoboMaster M3508 P19 直流无刷减速电机 | 299 | 个 | 2 |
| | RoboMaster C620 无刷电机调速器 | | | 239 | 个 | 2 | 479 |
| | RoboMaster 红点激光器 | | | 83 | 个 | 1 | 83 |
| | 非官方成品模块 | | 9015 电机 | 2200 | 个 | 1 | 2200 |
| | | | 大华工业相机 | 2580 | 个 | 1 | 2580 |
| | | | NVIDIA jetson NX | 6640 | 个 | 1 | 6640 |
| | 机加工 | | 加工费 | 1500 | 次 | 1 | 1500 |
| | | | 材料费 | 350 | 项 | 1 | 350 |
| | | | 铝方管（含切割、钻孔和焊接） | 300 | 项 | 1 | 300 |
| | 标准件 | | 螺钉 | 250 | 项 | 1 | 250 |
| | | | 轴承 | 700 | 项 | 1 | 700 |
| | | | 同步轮 | 110 | 个 | 1 | 110 |
| | | | 同步带 | 30 | 条 | 1 | 30 |
| | | | 摩擦轮 | 180 | 个 | 2 | 360 |
| | 特种加工 | | 3D 打印 | 350 | 项 | 1 | 350 |
| | | | 线切割 | 420 | 项 | 1 | 420 |
| | PCB 制版 | | 硬件加工 | 600 | 项 | 1 | 600 |
| | 板材 | | 玻璃纤维 | 150 | 项 | 1 | 150 |
| | | 碳纤维 | 400 | 项 | 1 | 400 | |
| 合计（单台） | | | | 35487 | | | |

| | | | | | | |
|----|------|-------------------------------|-----|---|---|------|
| 底盘 | 官方元件 | RoboMaster M3508 P19 直流无刷减速电机 | 299 | 个 | 5 | 1497 |
| | | RoboMaster C620 无刷电机调速器 | 239 | 个 | 4 | 958 |
| | | RoboMaster 麦克纳姆轮 左旋 | 299 | 个 | 2 | 598 |
| | | RoboMaster 麦克纳姆轮 右旋 | 299 | 个 | 2 | 598 |
| | | RoboMaster 电池架（兼容型） | 119 | 个 | 1 | 119 |
| | | RoboMaster M2006 P36 直流无刷减速电机 | 155 | 个 | 1 | 155 |
| | | RoboMaster C610 无刷电机调速器 | 95 | 个 | 1 | 95 |

| | | | | | | | | |
|---------|------------------|---------|-----------------------|-------------------------------|-----|-----|------|-----|
| 气动英雄机器人 | 云台 | 非官方成品模块 | TB47D 电池 | 1359 | 个 | 1 | 1359 | |
| | | | RoboMaster 机器人专用遥控器套装 | 377 | 个 | 1 | 377 | |
| | | 非官方成品模块 | 9015 电机 | 2200 | 个 | 1 | 2200 | |
| | | | 避震 | 85 | 对 | 4 | 340 | |
| | | | 滑环 | 850 | 个 | 1 | 850 | |
| | | 机加工 | 加工费 | 2000 | 次 | 1 | 2000 | |
| | | | 材料费 | 500 | 项 | 1 | 500 | |
| | | | 铝方管（含切割、钻孔和焊接） | 2000 | 项 | 1 | 2000 | |
| | | 标准件 | 螺钉 | 450 | 项 | 1 | 450 | |
| | | | 轴承 | 300 | 项 | 1 | 300 | |
| | | | 同步轮 | 50 | 个 | 5 | 250 | |
| | | | 同步带 | 30 | 条 | 3 | 90 | |
| | | | 3D 打印 | 600 | 项 | 1 | 600 | |
| | | | 线切割 | 700 | 项 | 1 | 700 | |
| | | PCB 制版 | 硬件加工 | 600 | 项 | 1 | 600 | |
| | | 板材 | 玻璃纤维 | 350 | 项 | 1 | 350 | |
| | | | 碳纤维 | 400 | 项 | 1 | 400 | |
| | | 云台 | 官方元件 | RoboMaster M3508 P19 直流无刷减速电机 | 299 | 个 | 2 | 599 |
| | | | | RoboMaster C620 无刷电机调速器 | 239 | 个 | 2 | 479 |
| | RoboMaster 红点激光器 | | | 83 | 个 | 1 | 83 | |
| | 非官方成品模块 | | 9015 电机 | 2200 | 个 | 1 | 2200 | |
| | | | 大华工业相机 | 2580 | 个 | 1 | 2580 | |
| | | | NVIDIA jetson NX | 6640 | 个 | 1 | 6640 | |
| | 机加工 | | 加工费 | 1500 | 次 | 1 | 1500 | |
| | | | 材料费 | 350 | 项 | 1 | 350 | |
| | | | 铝方管（含切割、钻孔和焊接） | 300 | 项 | 1 | 300 | |
| | 标准件 | | 螺钉 | 250 | 项 | 1 | 250 | |
| | | | 轴承 | 700 | 项 | 1 | 700 | |
| | | | 同步轮 | 110 | 个 | 1 | 110 | |
| | | | 同步带 | 30 | 条 | 1 | 30 | |
| | | | 气瓶 | 680 | 个 | 3 | 2040 | |
| | | | 比例阀 | 640 | 个 | 1 | 640 | |
| 特种加工 | 3D 打印 | | 350 | 项 | 1 | 350 | | |
| | 线切割 | | 420 | 项 | 1 | 420 | | |
| PCB 制版 | 硬件加工 | | 600 | 项 | 1 | 600 | | |
| 板材 | 玻璃纤维 | | 150 | 项 | 1 | 150 | | |
| | 碳纤维 | 400 | 项 | 1 | 400 | | | |
| 合计（单台） | | | | 37807 | | | | |

5.2 资金筹措计划

资金筹措计划

学校赞助经费

预计金额：1 万元

筹措思路：

- 1) 校友资源：毕业后的师兄师姐们有的建有自己的企业，有的在知名企业就职，且都有强烈的意愿建设母校。
- 2) 学校资源：机器人中心 Evolution 战队连年在各种大型比赛中获得佳绩，队伍不断壮大，得到学校校领导高度重视，且提供大量经费支持。
- 3) 周边资源：可以尝试与周边的小型店铺达成相关合作，获得一定的资金支持。
- 4) 导师资源：指导老师的科研经费垫付相关紧急需要的物资。
- 5) 队内资源：队员们自行募捐，贴补中心的一些开销。

招商赞助经费

预计金额：2 万元

筹措思路：

- 1) 招商对象：根据中华人民共和国法律有效注册成立并依法经营，从事经营科技产品研发行业、智能算法研发行业、电子通讯行业、汽车行业、餐饮行业、娱乐行业、公益领域、创意产业行业以及经赛事组委会认可的其他行业。
- 2) 招商进程
 - 2021 年 11 月-12 月
梳理自有优势资源，准备相关招商资料（招商手册、招商 PPT、招商名片、招商单页、宣传视频/宣传图片）
 - 2021 年 12 月-2022 年 1 月
做好市场分析，了解相关企业，制定招商方向，进行渠道管理
 - 2022 年 1 月-2 月
线上提前联系相关企业，线下主动沟通企业招商负责人，逐步和有潜在合作意向的企业进行接触
 - 2022 年 2 月-3 月
与有合作意向的企业进行深入交流，结合企业需求，寻求双方互利共赢的合作方式
 - 2022 年 3 月-4 月
争取与赞助企业签订合同，谋求长期合作，保持双方发展方面的联系
 - 2022 年 4 月
确保资金和物资到位，满足赞助商方面的需求

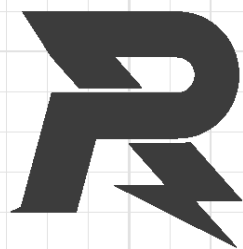
6. 技术方案分析参考文献

| 参考文献 | 收获点分析 |
|--|---|
| <p>[1] 王述彦, 师宇, 冯忠绪. 基于模糊 PID 控制器的控制方法研究[J]. 机械科学与技术, 2011, 30(01):166-172.</p> | <p>模糊 PID 自整定控制具有模糊控制和 PID 的优点, 克服了二次调节系统的非线性及时变性, 可以使二次原件输出动态响应性能大大改善, 有良好的校正性能</p> |
| <p>[2] 黄丹, 周少武, 吴新开, 张志飞. 基于 LQR 最优调节器的倒立摆控制系统[J]. 微机计算机信息, 2004(02):37-38+34.</p> | <p>通过倒立摆对 LQR 进行分析, 分析在实际系统中, 加权阵 Q 和 R 的选取对系同的影响, 学习了从实际情况出发研究加权阵 Q 和 R 之间的变化规律, 并用于实践</p> |
| <p>[3] 孙银健. 基于模型预测控制的无人驾驶车辆轨迹跟踪控制算法研究[D]. 北京理工大学, 2015.</p> | <p>学习了 MPC 的实际应用和 MPC 的算法公式, 在工程中结合约束条件和优化目标函数建立 MPC 轨迹跟踪器的方法, 深入了解了偏角软约束的概念</p> |
| <p>[4] 丁君. 基于微惯性传感器的姿态算法研究[D]. 上海交通大学, 2013.</p> | <p>了解了捷联惯导系统基本原理, 学习了传统的姿态更新算法, Allan 方差分析陀螺仪随机漂移误差特性, Kalman 滤波器和互补滤波器可以根据其特点作用在不同的传感器上, 可以提高加速度计和磁传感器的姿态算法所结算的姿态角的精度。</p> |

| | |
|--|---|
| <p>[5]鱼瑞文,张辉,谭国俊,张嘉敏.永磁同步电机 H_{∞}鲁棒控制策略研究[J].电力电子技术,2012,46(02):102-104.</p> | <p>相对于永磁同步电机来说,PI控制器主要以线性时不变系统为对象,而永磁同步电机为非线性多输入输出系统,鲁棒控制器更加适合,了解了一种三项PWM整流器 H_{∞}鲁棒控制策略。</p> |
|--|---|

| 参考文献 | 收获点分析 |
|--|--|
| RM2021-北理工-中心供弹英雄机械开源 | <p>学习了对中心供弹的活动弹链设计原理,更有效地设计活动弹链长度而减少活动弹链对推动弹丸的影响</p> |
| 东北大学 T-DT 战队 RM2019 英雄机器人开源 | <p>以该英雄机器人作为模板,学习了其中的镂空形状和整体外形设计</p> <p>学习了其该英雄机器人的拨弹盘电机固定方式</p> |
| 大连理工大学凌 BUG 战队 2020 赛季英雄机器人开源 | <p>以底盘悬挂和轮系设计作为参考,对其整体设计进行了学习和作为对比资料</p> |
| RM2020-山东科技大学-SmartRobot 战队-机械开源-英雄拨弹结构 | <p>学习了该英雄机器人的底盘框架设计</p> <p>学习了该英雄机器人的底盘元器件保护外壳整体设计</p> |
| RM2020- 山东科技大学-SmartRobot 战队-机械开源-英雄空间连杆 | <p>参考了拨弹盘整体的设计,以此作为对比资料与其他拨弹盘设计进行对比学习</p> |

| 参考文献 | 收获点分析 |
|--|-----------------|
| [1]DerekBradley, GerhardRoth 等 AdaptiveThresholdingUsingtheIntegralImage. | 对图像分割算法有了更深刻的理解 |
| [2]数字图像处理, 冈萨雷斯 | 各类计算机视觉算法学习 |
| [4] 视觉算法详细讲解 | 学习 RM 视觉相关需求细节 |
| 四川大学视觉算法代码开源 | 参考其他学校视觉代码框架等 |
| RM2016 视觉 开源 | 参考其他学校视觉代码框架等 |



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