



第十八届全国大学生机器人大赛

RoboMaster 2019 机甲大师赛

南华大学MA战队设计报告

2019.02

V 1.0



南华大学MA工作室——MA战队

目录

摘要.....	3
第 1 章 需求确定.....	4
1.1 总体需求.....	4
1.2 机器人具体需求.....	5
1.2.1 步兵机器人.....	5
1.2.2 英雄机器人.....	5
1.2.3 工程机器人.....	6
1.2.4 哨兵机器人.....	7
1.2.5 空中机器人.....	7
第 2 章 系统框图.....	9
2.1 硬件资源.....	9
2.2 程序逻辑.....	10
第 3 章 结构设计.....	15
3.1 需求分析.....	15
3.2 设计图纸.....	17
3.3 材料和工艺.....	18
3.4 有限元分析.....	22
第 4 章 算法设计.....	29
4.1 需求分析.....	29
4.2 方案设计.....	29
4.3 算法对比与性能分析.....	32
第 5 章 人机工程分析.....	34
5.1 上届哨兵的人机工程问题及原因.....	34
5.2 解决方案对比及其优点.....	35
5.3 最终方案.....	38
第 6 章 科学设计方法.....	39

第 7 章 科学实践改进.....	47
7.1 测试需求.....	47
7.2 测试方案.....	47
7.3 测试结果记录.....	48
7.4 优化改进结果.....	52
第 8 章 传感器选型.....	52
第 9 章 创新性.....	53
第 10 章 外观设计.....	60

南华大学MA战队

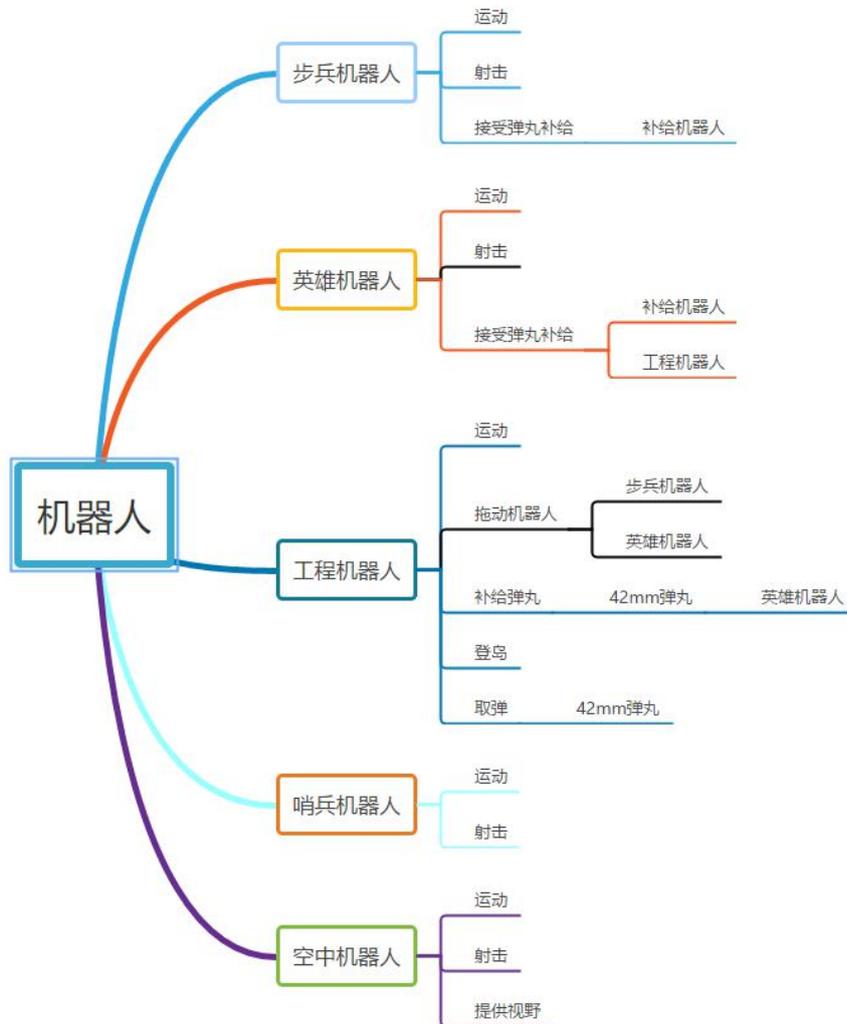
摘要

本设计报告主要从需求确定、结构设计、逻辑程序、人机工程、科学设计方法、科学改进、传感器选型、创新性、外观设计8个方面，对Robomaster2019赛季的机器设计进行说明。本设计报告说明了，团队结合自身能力拟定本赛季的机器人需求，介绍了机械设计过程中的人机工程内容，列举了一些我们在制作机器过程中用到的科学设计方法，并对步兵发射机构的改进与优化做了详细的说明，最后还说明了，机器设计中的一些创新性，还有外观的设计。

第1章 需求确定

1.1 总体需求

根据 RM 最新比赛规则手册，步兵机器人在本赛季中分量占比增加，改进步兵机器人使其性能提升尤为重要，其次为工程机器人，在英雄机器人削弱且不能自己夹取弹丸的情况下，42mm弹丸只能由工程机器人给英雄机器人提供。基本划分如下：



1.2 机器人具体需求

根据比赛规则和战队自身情况，把各机器划分为 I、II、III 的等级，现对本次参赛的所有机器人进行兵种与其功能优先等级划分，优先级从高到低依次为四级一为最高，四为最低，以此优先级作为本战队设计机器人的侧重点。

1.2.1 步兵机器人

步兵机器人兵种优先级为 I。新赛季规则中，其功能的完善对比赛尤为重要。

功能需求：负责，冲锋，侦查，围剿，击打能量机关，碉堡攻占等任务。

关键技术点：

一、运动、射击。机甲大师对抗赛中，地面机器人最基础功能为运动与射击，运动的灵活性

(全地形通过平稳可靠，在不超功率情况下速度最高可达3.5m/s，爬坡能力不低于20°)

与射击的精准性(5m 距离下子弹下坠小于 10cm，子弹无卡弹问题，射频控制精准，在

不超过热量要求的情况下可以连续发弹)对赢得比赛胜利极为重要。

二、接受补给。射击类比赛，伤害来源于弹丸，所以充足的弹丸和补单的速度尤为重要。且

接收弹丸后需要装加防护装置防止弹丸由于撞击洒落。步兵机器人从补给站到补给完成控

制在5s内完成，一次补给弹丸数量可达100-150发。

1.2.2 英雄机器人

英雄机器人兵种优先级为 II。新赛季规则中，基地顶部三角形扣血板受到42mm弹丸攻击，伤害翻倍，而英雄机器人作为发射42mm弹丸的唯一机器人，对比赛胜负尤为关键。

关键技术点:

- 一、运动、射击。机甲大师对抗赛中，地面机器人最基础功能为运动与射击，运动的灵活性（全地形通过平稳可靠，在不超功率情况下速度最高可达3.5m/s，爬坡能力不低于20°）与射击的精准性（5m 距离下子弹下坠小于20cm，子弹无卡弹问题，射频闭环控制，在不超热量要求的情况下可以连续发弹。
- 二、接受补给。在比赛时27mm弹丸只能从补给机器人处获取，42mm弹丸只能从资源岛上获取，弹丸接收能力尤为重要，需要具有快速补给能力，与工程机器人补给对接时需要迅速完成。

1.2.3 工程机器人

工程机器人兵种优先级为 I。作为复活、和补给的唯一兵种，对比赛胜率的提升具有重要意义。

功能需求：登岛抢弹，42mm大弹丸补给，战场救援。

关键技术点:

- 一、运动。麦克纳姆轮底盘，运动是实现其他功能的前提。运动的灵活性（全地形通过平稳可靠，在不超功率情况下速度最高可达3.5m/s，爬坡能力不低于20°）。
- 二、登岛、取弹、补给弹丸。比赛过程中，英雄机器人不具备抓取弹药箱的能力，42mm弹丸只能由工程机器人提供，由此，工程机器人登岛，取弹，补单能力强弱可能影响比赛胜负天平的倾斜。在比赛时，大量42mm 弹丸都在资源岛上，因此登岛取弹抢夺

42mm 弹丸尤为重要。上岛可靠稳定，尽量做到“一键”登岛，上岛准备时间控制在开场 30s 内，完成上岛及其取弹控制在 1'30 内，完成下岛控制在 2'30 内。

三、拖动机器人。机器人的复活需要工程机器人具备拖动其他机器人的功能。一对滑杆，一个气缸组合做拖车机构，与其他机器人的拖动联接控制需要迅速完成。

1.2.4 哨兵机器人

哨兵机器人兵种优先级为Ⅲ。作为负责基地的防守守卫，对来犯敌方机器实施自动反击，在其为死亡前，机器具有50%护甲保护，作为基地的一道防护线，对比赛胜负倾向具有重要意义。

功能需求：负责基地的防守，对来犯敌方机器实施自动反击。

关键技术点：

一、运动。由于运动范围有限，所以运动速度尤为重要。在哨兵轨道上，在不超功率情况下速度最高可达0.5m/s。

二、自动识别及射击。两轴17mm弹丸炮台，Manifold妙算视觉处理。射击的精准性(5m 距离下子弹下坠小于10cm，子弹无卡弹问题，射频闭环控制，在不超过热量要求的情况下可以连续发弹)。

1.2.5 空中机器人

空中机器人兵种优先级为Ⅲ。新赛季规则中，对空中机器人进行加强，一定条件下具备在50s内可以任意射速进行射击，这使得空中机器人由原来的侦察机彻底变化为战斗机。

功能需求：空中悬停，准确定位。

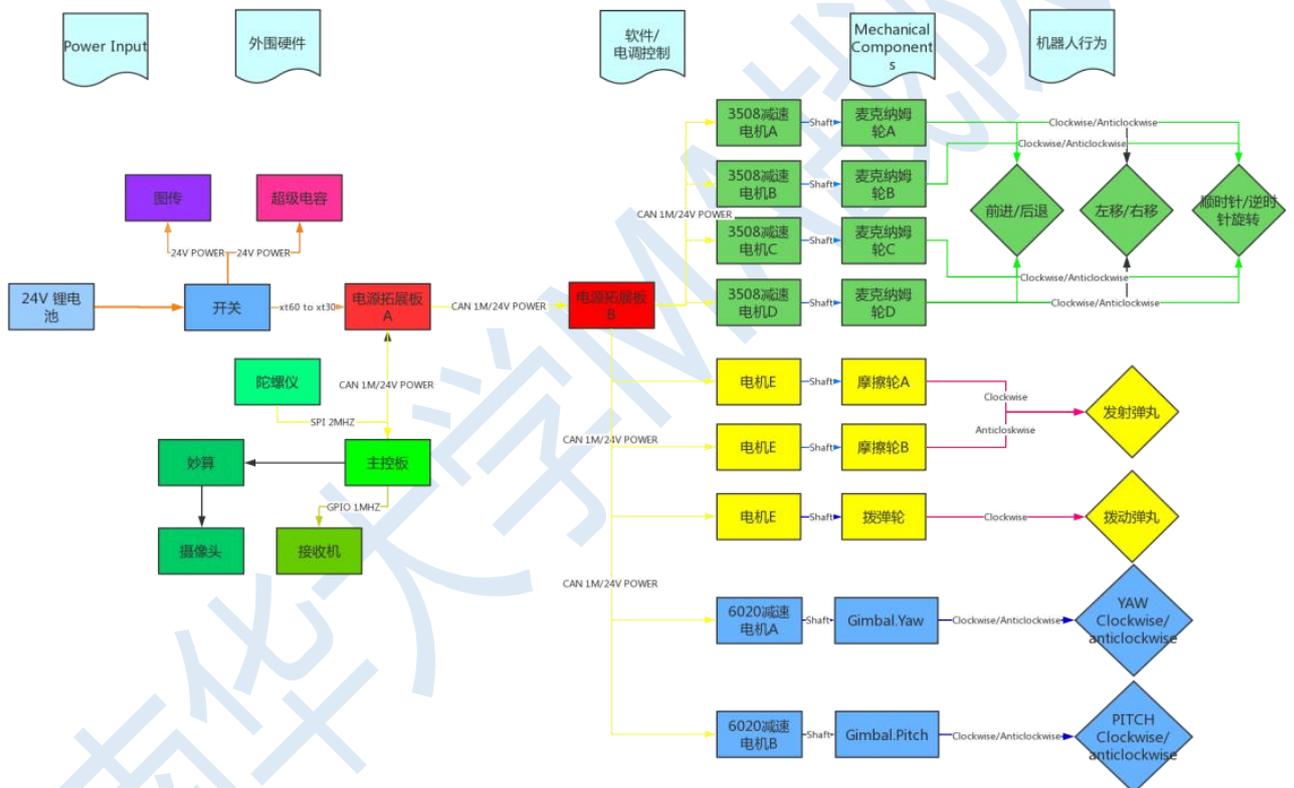
关键技术点:

一、运动、提供视野。空中机器人运动是最基本的功能，通过运动可以为其他队友提供赛场视野。

二、射击。双轴云台，舵机调节俯仰，能装载至少200发17mm弹丸。可提供空中火力压制，可覆盖全场，射频闭环控制，在不超过热量要求的情况下可以连续发弹。

第2章 系统框图

以步兵机器人的系统框图如下。在外围硬件上，我们新增了超级电容与妙算。在去年的步兵底盘移动、云台瞄准、发射弹丸等基础上新增超级电容加速、辅助瞄准等功能。简化了一些不必要的功能，在云台的可操作性和底盘麦克纳姆轮的响应方面做了不小调整。



2.1 硬件资源

硬件资源以步兵为例。

硬件外设：底盘运动四个3508减速电机及m820电机电调；

云台Yaw轴运动和Pitch轴运动的6623电机；

一个2006电机和m820电调执行拨弹；

两个电机反方向旋转配合摩擦轮执行击发；

辅助瞄准需依靠大疆妙算进行识别结算输出角度；

云台姿态通过板载IMU测量并解算得出；

超级电容加速依靠超级电容模块输出的额外功率；

遥控器控制通过接收机从DBUS口输入信号。

软件资源应用到了开发板上的DMA, DAC, GPIO, UART, SPI, IIC,CAN,定时器, 看门狗。

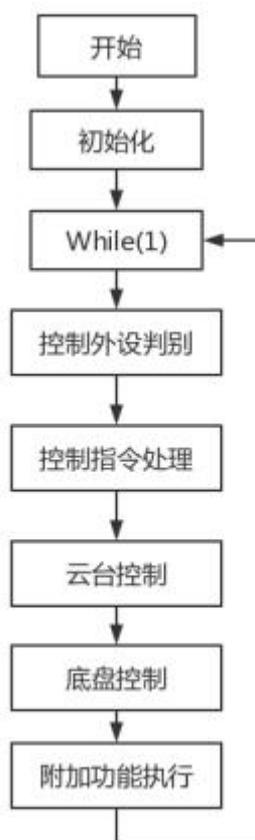
2.2 程序逻辑

以步兵机器人电控逻辑框图为例

下图以步兵机器人功能实现主体来阐述，主要流程如下

本届的硬件平台采用官方开发板 STM32F427II (A板)，使用串口中断、外部中断、周期定时器中断来实现步兵机器人的各项功能。

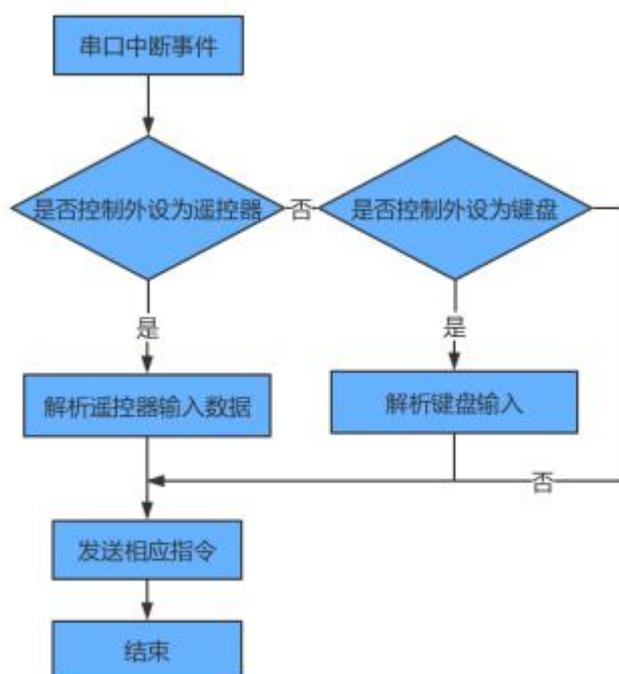
在控制外设判别和控制指令处理采取串口中断事件。判决控制外设的类型，来解析对应的输出指令。多控制外设的设置有利于平常训练、测试的简便性。



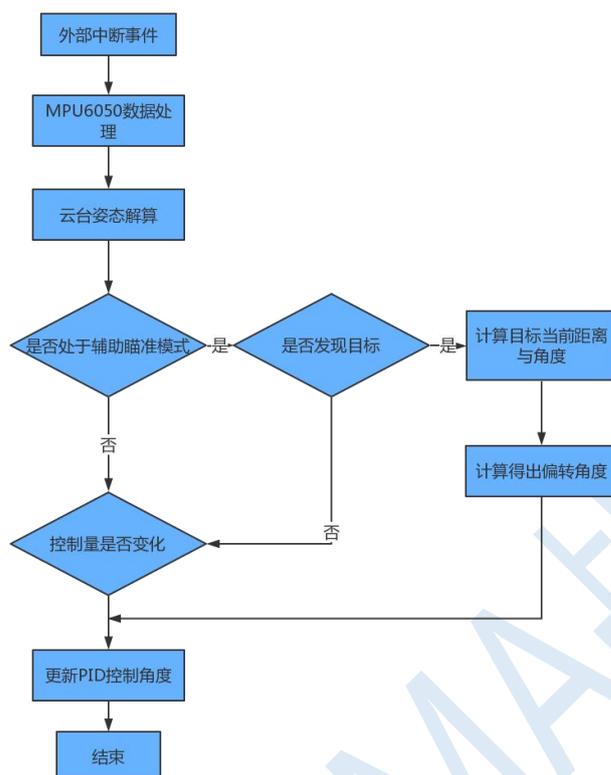
在步兵机器人的云台控制和辅助瞄准的实现依靠外部中断事件进入判决。云台的 Pitch 轴和 Yaw 轴电机采用 DJI 的 6623 无刷电机, 内部集成 6623 无刷电机电调, 通过 CAN 总线反馈位置、电流信息以及接收控制信息。

云台控制先解析板载陀螺仪的数据, 通过卡尔曼滤波处理数据并进行云台姿态解算, 再对设定的对照控制量进行 PID 算法控制。PID 采用云台电机反馈的电流和陀螺仪加速度计解算的位置进行双环 PID 控制。PID 采用云台电机反馈的位置和电流进行速度、位置双环 PID 进行控制。

辅助瞄准通过在键盘或遥控器上开启, 妙算对摄像头多周期内的所采集到的照片进行识别。先识



识别敌方机器人的颜色的装甲，利用装甲片固定的长宽比例，排除掉场面上的一些干扰（反光）以及出现多块装甲的情况，识别出距离我方最近的一块装甲块，计算出装甲的尺寸大小，离我方机器人的距离，输出云台角度。

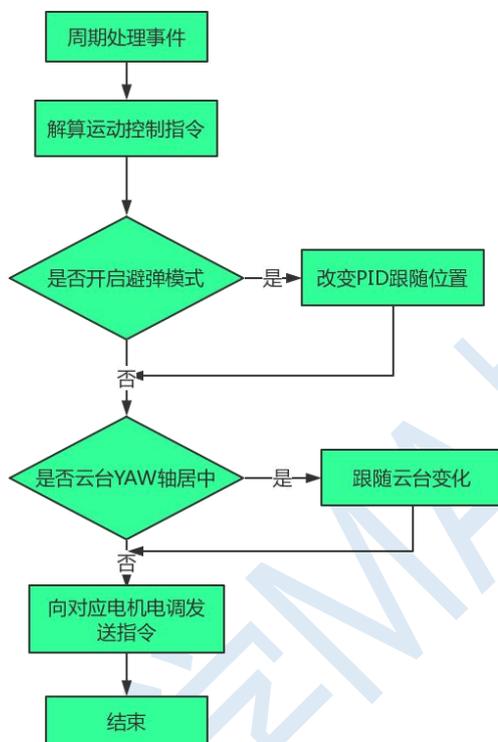


步兵机器人的底盘控制是通过周期处理事件进入。解算从外部控制外设输入的指令，通过控制3508电机配合电机的电调，来进行前进、后退、左右移动、转向等操作。

对底部电调程序上电流控制，后续应该把电流环和速度环进行双环调节，这样机器人的底盘移动性能更好，减少机器人移动的延迟，降低功率输出损耗。

底盘转向是通过云台Yaw轴的移动跟随实现。通过对比Yaw轴电机的编码值来进行PID调节，使云台一直相对于底盘一直处于居中位置，实现底盘对云台左右转向的跟随。

避弹模式是使Yaw轴居中的编码值按一定周期和范围内改变，使底盘相对于云台进行左右晃动，



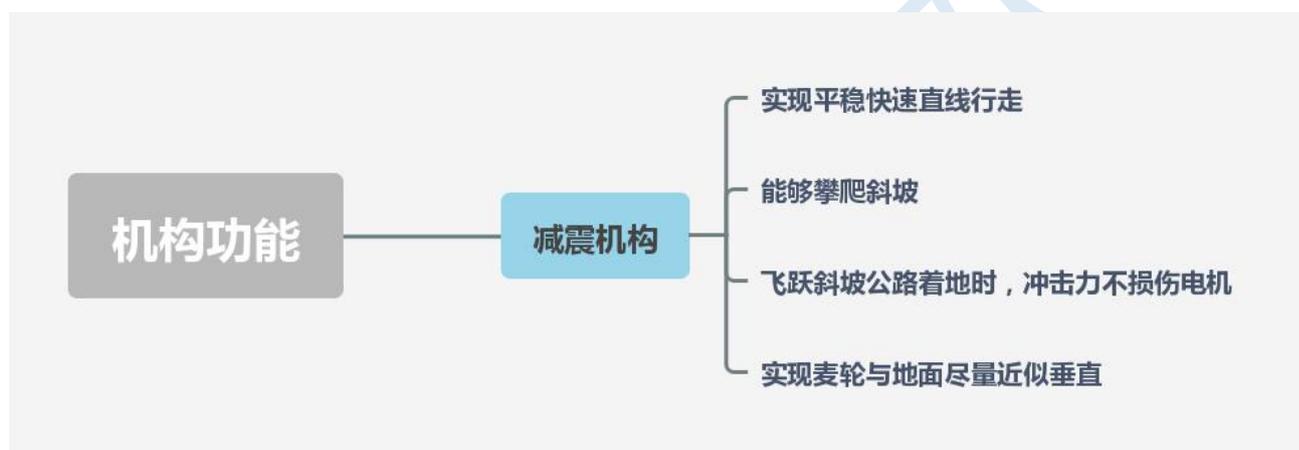
让视觉上难以识别并增加被打击的难度。

第3章 结构设计

3.1 需求分析

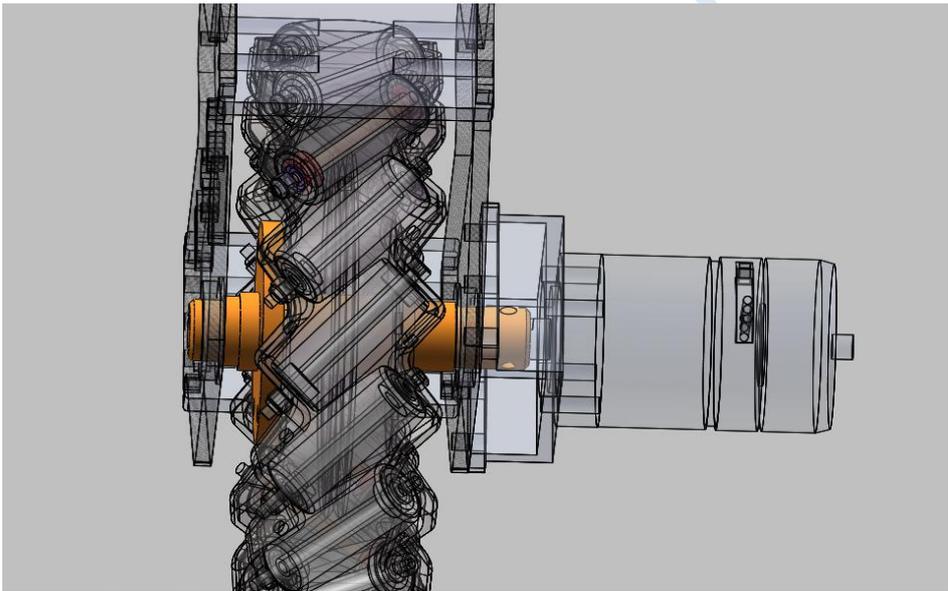
步兵机器人减震机构设计为例，进行分析。

1. 机构功能介绍



2. 性能指标

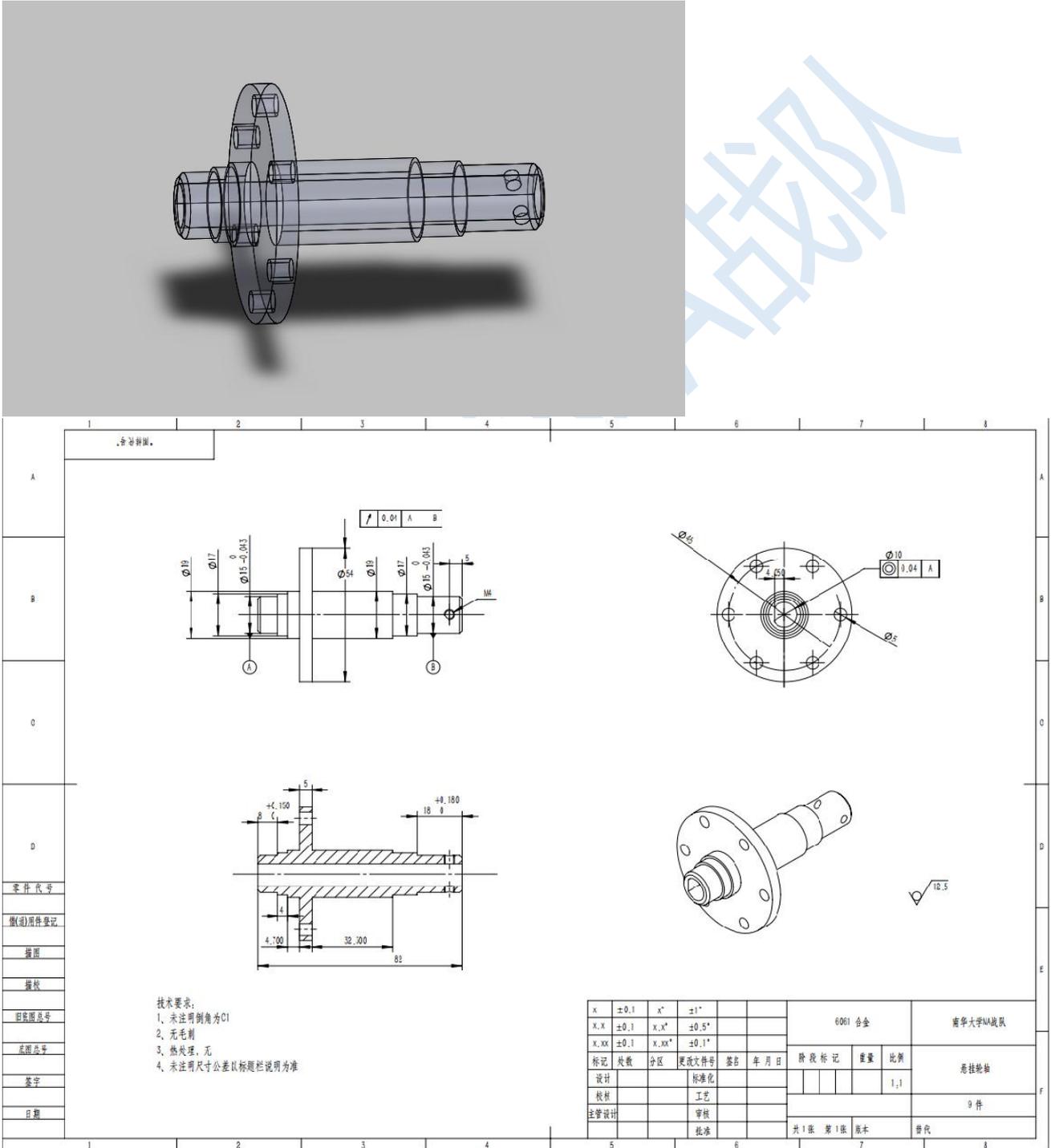


<p>工 况 分 析</p>	<p>步兵机器人底盘静止状态时，轮子只受重力作用。步兵重17KG，总重力为17KG*9.8N/KG=166.6N。单个轮子受力为41.65N。</p> <p>步兵机器人底盘飞跃公路时，依据加速度冲击，预做所受极限冲击力加重力共为800N，单个轮子受力为200N。悬挂轮轴的装配方式如下图所示。</p> 
<p>材料选型及选用 原因</p>	<p>铝座、悬挂轮轴、两个轮子连接架选用6061牌号铝合金。6061铝合金与45钢进行对比，在刚性条件都满足的情况下，6061铝合金质量更轻，为使步兵轻量化，所以选用6061铝合金。</p> <p>两块轮子固定板采用碳钎。碳钎板与6061铝合金进行对比，在刚性条件都满足的情况下，碳钎板质量更轻，为使步兵轻量化，所以选用碳钎板。</p>
<p>器件选型</p>	<p>麦克纳姆轮，3510 电机，820R 电机驱动器，主控板等采用大疆公司的产品。</p>

3.2 设计图纸

以减震机构轮组部分的悬挂轮轴为例。

悬挂轮轴三维模型及工程图纸截图如下图，详细图纸可见附件。



3.3 材料和工艺

以减震机构轮组部分的悬挂轮轴为例

3.3.1 成本加工性及采购

通过多家淘宝商铺询问以及砍价，悬挂轮轴这个零件如果采用6061铝合金的话，60元一个。相对碳钢而言，价格便宜了好三、四倍左右。

3.3.2 性能需求

- 1) 刚度足够强，受步兵所受极限载力后，零件不会因扭矩过大而弯曲变形
- 2) 满足刚度的前提下，质地较轻

3.3.3 实际采用的加工工艺路线如下表

步骤	特征	公差等级	要求	说明	成本
毛培	铝合金 6061棒料 直 径60mm 长 度100mm	IT13	外观良好	长度可以 有余量	原料价 格：（市场价： 15000/吨，根 据重量计算）
粗车图纸 A侧端	粗车小端 面见平， $\Phi 19$ 圆周车到 16.7mm,总长	IT10	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计

	82mm				
半精车	精车 $\Phi 19$ 圆周	IT9	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计
粗车图纸 A侧端	$\Phi 17$ 圆周 车到12mm	IT10	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计
半精车	精车 $\Phi 17$ 圆周	IT9	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计
粗车图纸 A侧端	$\Phi 15$ 圆周 车到12mm	IT10	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计
半精车	精车 $\Phi 15$ 圆周	IT9	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计
磨削	磨削 Φ 19、 $\Phi 17$ 、 Φ 15圆周	IT7	尺寸在要 求范围内		根据磨削 量和工时估计
粗车图纸 B侧端	粗车小端 面见平,且与 Φ 54端面长	IT10	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计

	66mm; Φ54圆周 车到66mm				
半精车	精车Φ54 圆周	IT9	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计
粗车图纸 B侧端	Φ19圆周 车到Φ54圆周 端面处	IT10	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计
半精车	精车Φ19 圆周	IT9	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计
粗车图纸 B侧端	Φ17圆周 车到Φ54圆周 端面32.3mm 处	IT10	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计
半精车	精车Φ17 圆周	IT9	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计
粗车图纸 B侧端	Φ15圆周 车到18mm	IT10	尺寸在要 求范围内		根据车削 量和工时估计

半精车	精车 $\Phi 15$ 圆周	IT9	尺寸在要求范围内	根据车削量和工时估计
磨削	磨削 $\Phi 54$ 、 $\Phi 19$ 、 $\Phi 17$ 、 $\Phi 15$ 圆周	IT7	尺寸在要求范围内	根据磨削量和工时估计
钻	钻 $\Phi 3.5$ 、 $\Phi 5$ 的孔	IT10	尺寸在要求范围内	根据钻孔精度估计
线切割	切割外圆为D字形通孔	IT7	尺寸在要求范围内	根据精度和工时估计

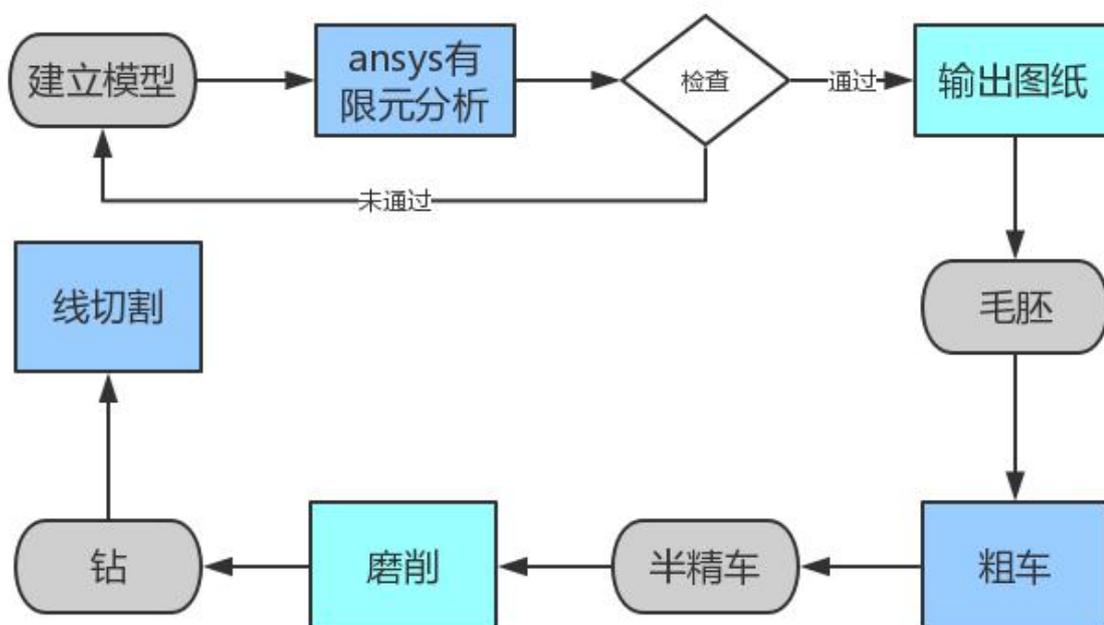
3.3.4 加工成本构成



3.3.5 降低成本方案

- 1) 同一零件，统一在同一个厂家加工。由于程序相同，减少了厂家人力和时间，价格相对降低。
- 2) 自行购买材料，在本校进行加工
- 3) 设计时减少零件体积，降低材料成本

3.3.6 加工工艺路线



3.4 有限元分析

1、加载条件

- 1) 为了保证悬挂轮轴的强度计算后的结果能够满足车重量的要求，计算时，我们采用步兵飞跃公路落地时所受极限力800N进行计算。步兵底盘运动时受最大载荷情况如下，长轴段

由两个轴承约束Y轴与X轴的运动，轴卡约束Z轴的运动，为了便于分析还要加一个约束轴绕z轴转动。悬挂轮轴受到约束，只能围绕Z轴旋转，所以进行workbench工程分析时，固定最大圆周两端面（如图3.4.1）。

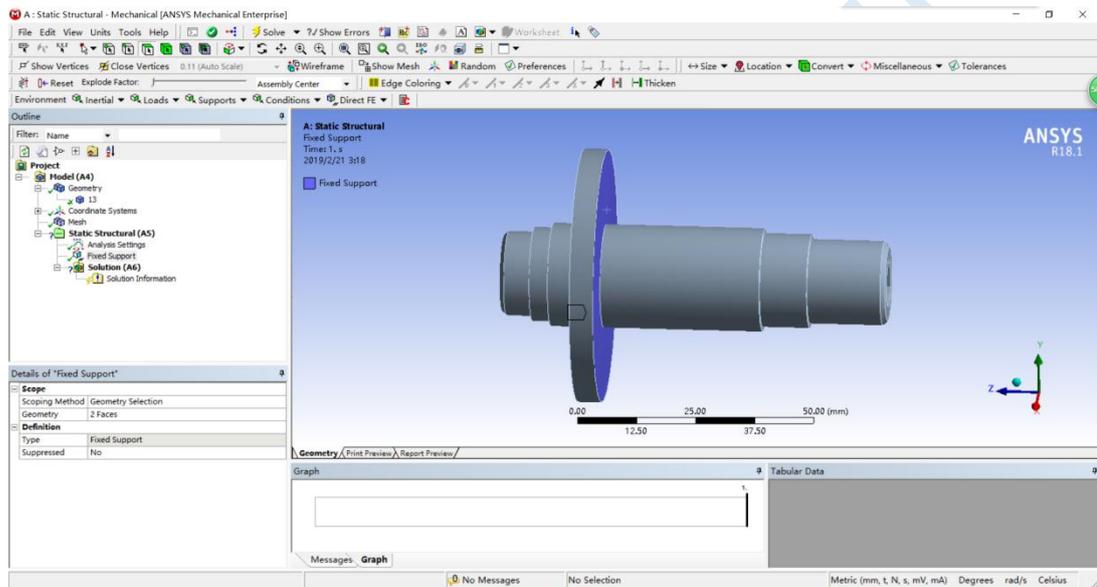


图3.4.1

2) 步兵机器人底盘静止状态时，轮子只受重力作用。步兵重17KG，总重量为 $17\text{KG} \times 9.8\text{N/KG} = 166.6\text{N}$ 。单个轮子受力为41.65N。步兵机器人底盘飞跃公路时，依据加速度冲击，预做所受极限冲击力加重力共为800N，单个轮子受力为200N，悬挂轮轴两边各受力100N（如图3.4.2所示）。

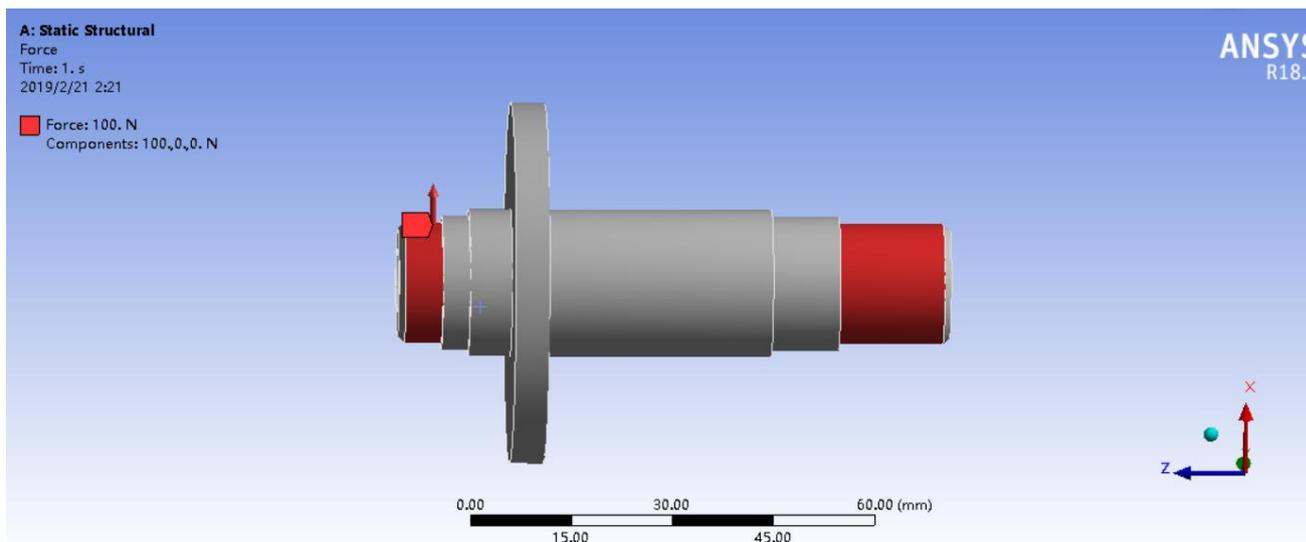


图3.4.2

2、网络划分

A、网格单元划分大小

据网格划分规律，单元网格长度为最小壁厚的1/3为最佳。

B、网格单元选择类型

由于悬挂轮轴并不复杂，因此我们选择网格类型为三角形。

夹爪网格划分后如下图：

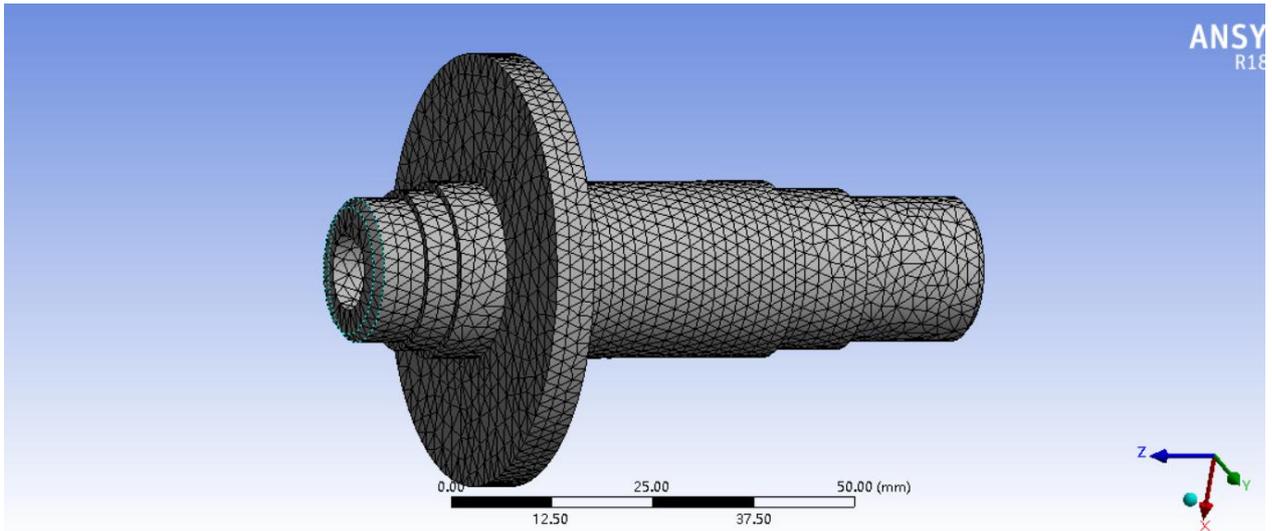


图3.4.3

3、结果分析

进行 ansys workench工程分析，如下图：

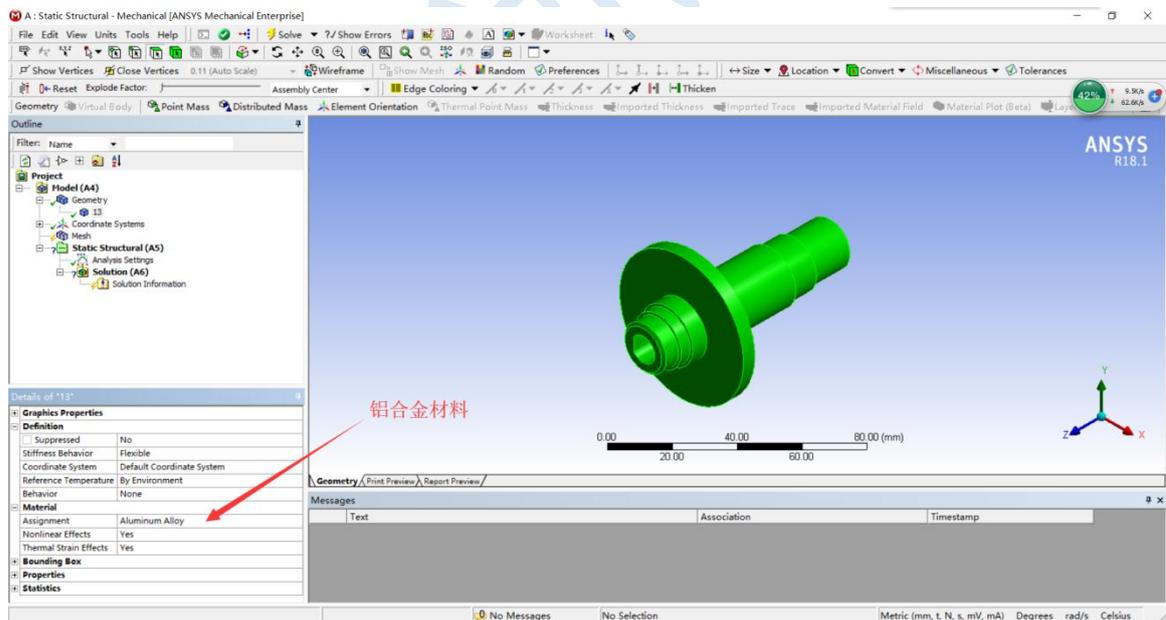


图3.4.4 材料选用

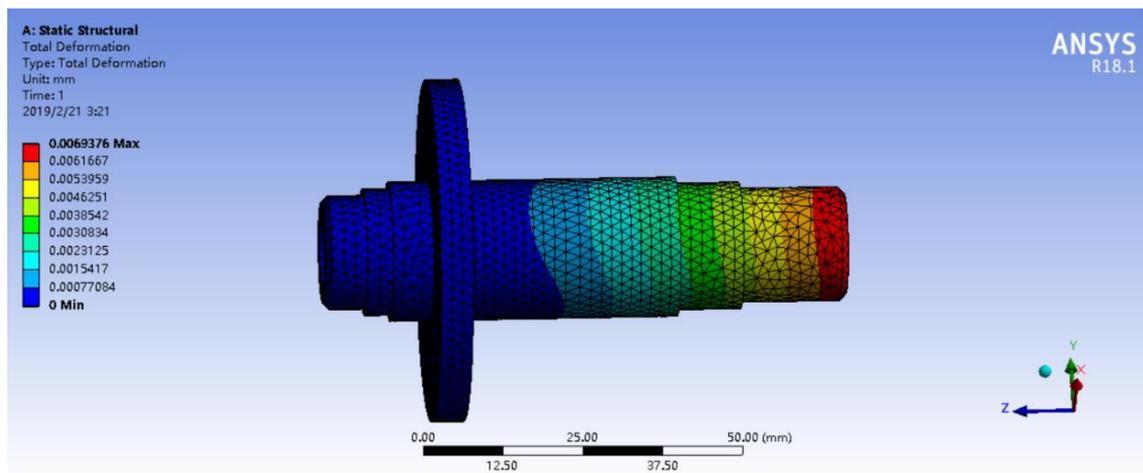


图3.4.5 位移图

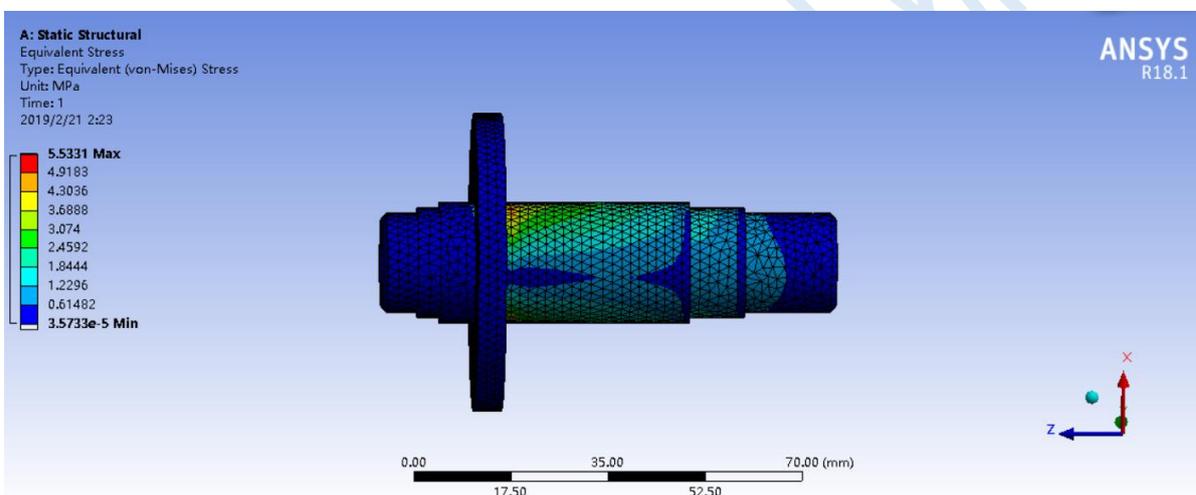


图3.4.6 理论应力图

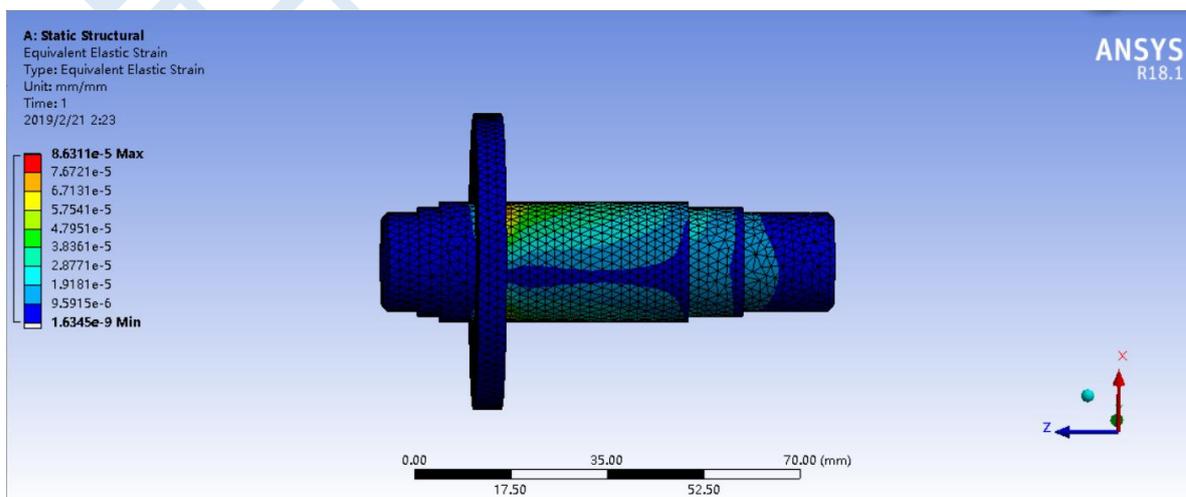


图3.4.7 应变图

由以上图得结果:最大位移为 0.0069mm, 最大应力为 5.53Mpa, 最大应变为 $8.631e-5\text{mm/mm}$ 。结果满足要求。

4、优化处理

减少材料, 降低重量, 将轴除最大圆周的那个圆外, 其余圆直径降低3mm, 进行workbench工程分析, 如图:

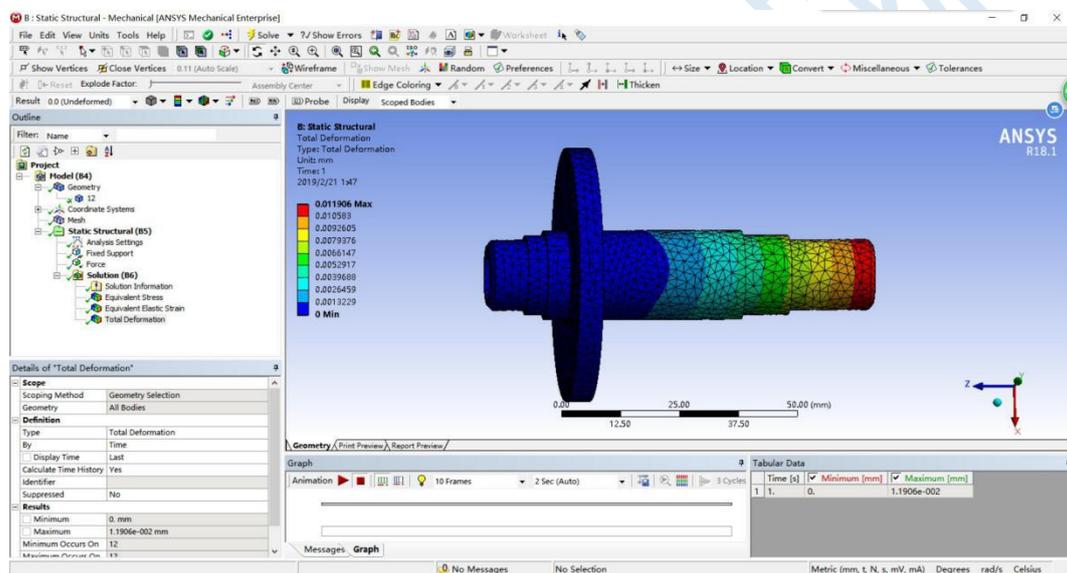


图3.4.8 位移图, 最大位移为0.0119mm

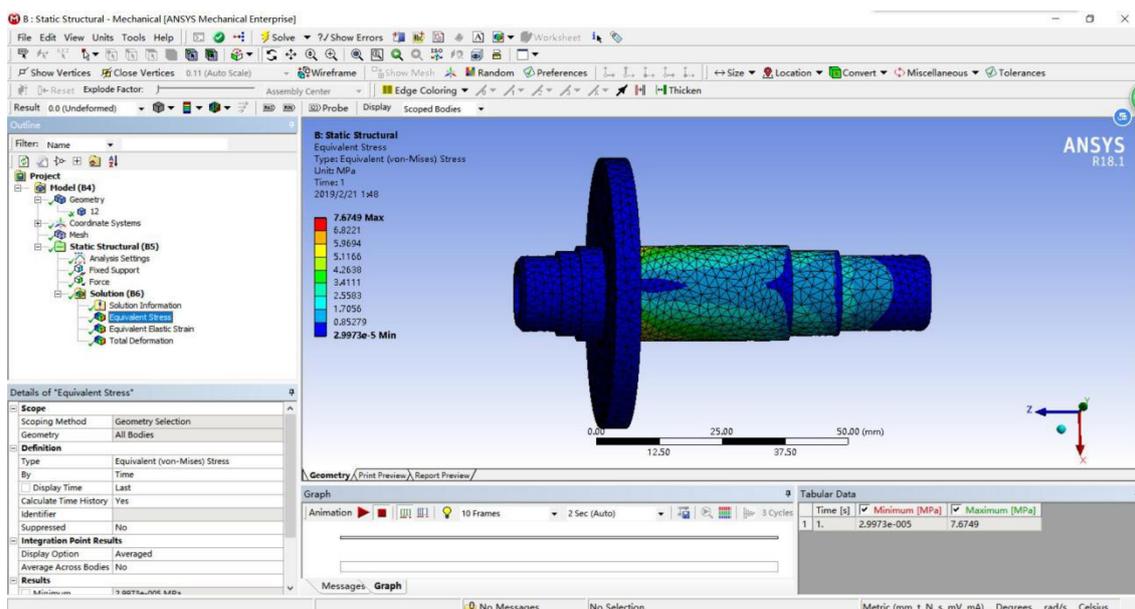


图3.4.9 理想应力图，最大应力为7.6749Mpa

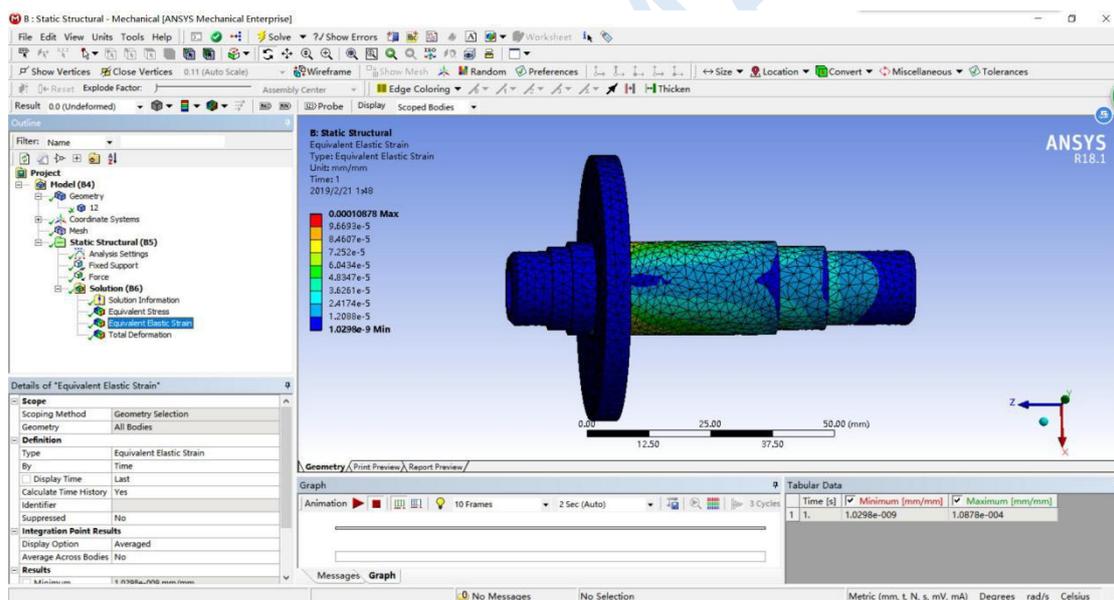


图3.4.10 应变图，最大应变为10.878e-5mm/mm

如图所示，减轻质量的同时，零件结构满足刚性要求。

第4章 算法设计

4.1 需求分析

灯柱提取是整个检测过程中最基本，但也是最难的问题。图像预处理在此过程是最重要的，而且在整个调试过程中，由于相机，光线条件，距离等条件的不同，如果没有工业级别的相机，想要实现更高鲁棒性的算法具有很大的挑战性。在经历多次识别的试验后，我们决定不追求高鲁棒性，而是转而追求特定情况下达标的识别准确率。

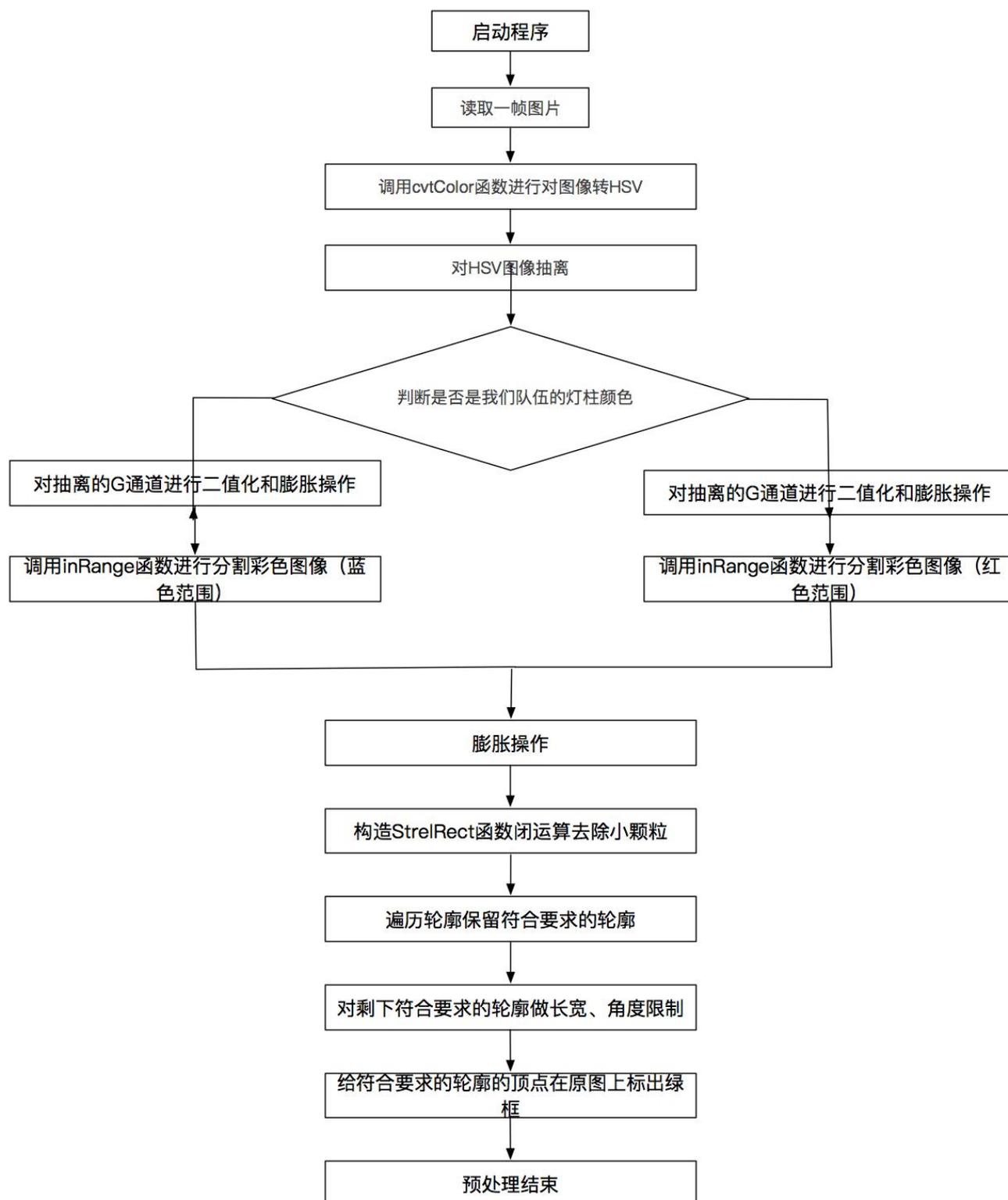
我们采用的方案是：

3m内 + 前背景抽离 + 灯柱高宽度匹配

经过多次测试，准确率基本达标

4.2 方案设计

程序运行的流程框图



程序启动时，驱动运动相机读入视频，对视频的每一帧图像进行处理，处理过程中主要要区分我方和敌方的灯柱颜色，对于我方的灯柱给inRange掉，只留下敌方的灯柱进行分析。



输入原图

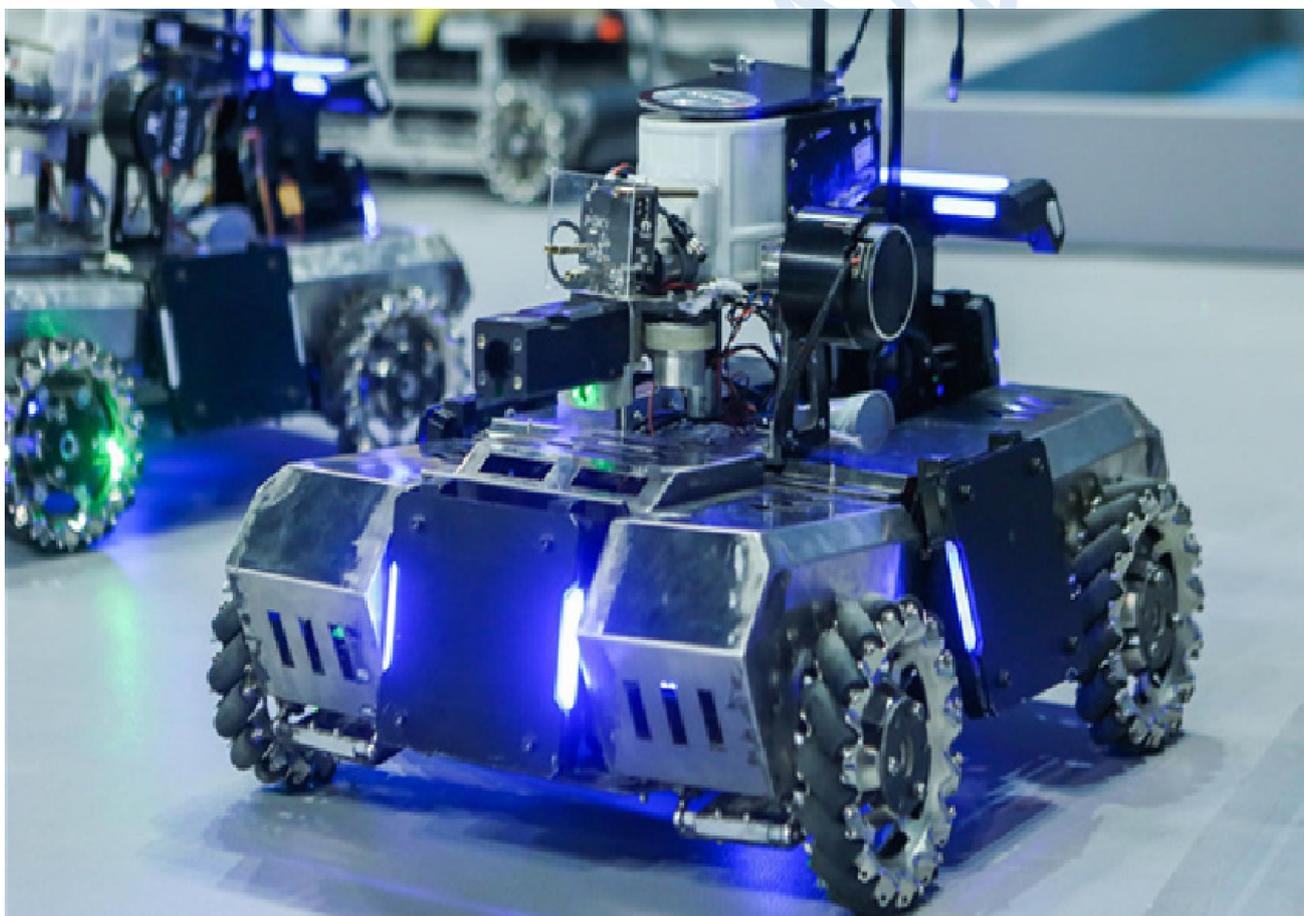


预处理后 (只包含敌方的灯柱二值化图)

4.3 算法对比与性能分析

此识别算法在实地运行时，对于光照变化不是很受影响，主要得益于HSV和inRange算法，在运行过程中，只对单通道的图像进行分析。在抽离过程中，相当于分离通道的同时把其他两个通道填充了相同的数值，所以此时的光照对于算法分析影响不是很大。最大的问题在于：场地反光会对算法分析有影响，进而影响到识别并跟踪敌方机器人。

比如：



近点原图



处理后的图

此时的图像判断装甲区域变大，不能及时调整云台角度，产生误判。

第5章 人机工程分析

人机工程的主要问题是人与机器人的协调问题。下面我们主要在哨兵上对人机工程进行说明。

5.1 上届哨兵的人机工程问题及原因

1、在去年比赛过程中，我方哨兵上部轮组部分，由于采用的是刚性连接，比赛前需两个人用螺栓将哨兵固定至哨兵机器人比赛中运动在哨兵轨道上，赛后又需将其拆下，极为不方便，浪费人力和时间（如图5.11）。

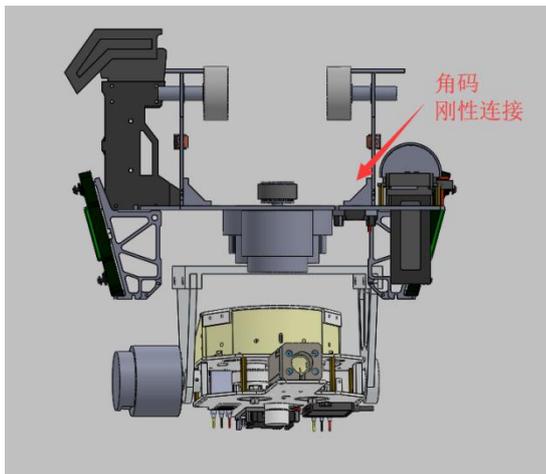


图5.1.1

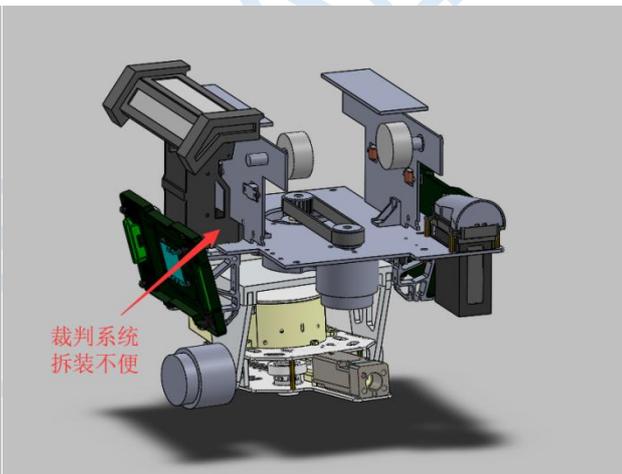


图5.1.2

2、哨兵完整模型拆装不方便，大多少部分，必须安装固定的安装顺序，大大增加了安装人员的难度和时间尤其是裁判系统部分，如果灯柱部分螺丝松动，需要紧固的话，需要先把灯柱旁边的几个模块拆下来，把灯柱装好后再将它们装配好，麻烦费时的同时，安装难度也高（如图5.1.2）。

3、电池拆装不方便，且哨兵拐弯时，电池会与哨兵轨道相撞，损伤电机。为此，上届哨兵只能走直线。此处设计，增加了工作人员的压力（如图5.1.3）。

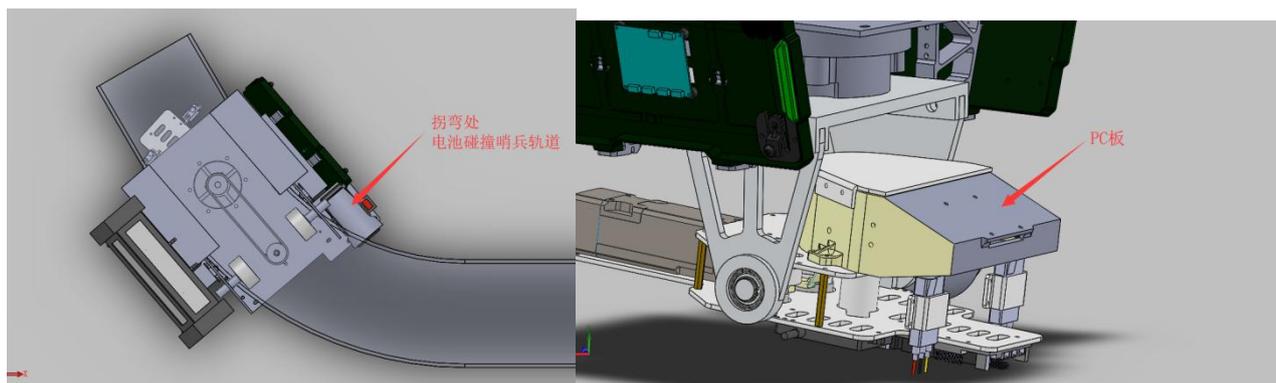


图5.1.3

图5.1.4

2、哨兵云台弹仓容量小，弹量不足。且云台弹仓后板为PC板，是用热熔胶将其固定在哨兵云台弹仓上，封闭式结构使装弹卸弹是极为不方便（如图5.1.4）。

5.2 解决方案对比及其优点

经过团队成员讨论和测试，最终将以上问题解决。讨论方案及方案对比将在下面展示。

新哨兵，经过一致讨论，哨兵上部份轮组部分采用同一套方案。



哨兵A

哨兵B

轮组底部装有轴承，使哨兵能顺利稳定通过哨兵轨道拐弯弯道。电池放置在内部空旷处，方便安装拆卸，且防止被子弹打击（如图5.2.1）。

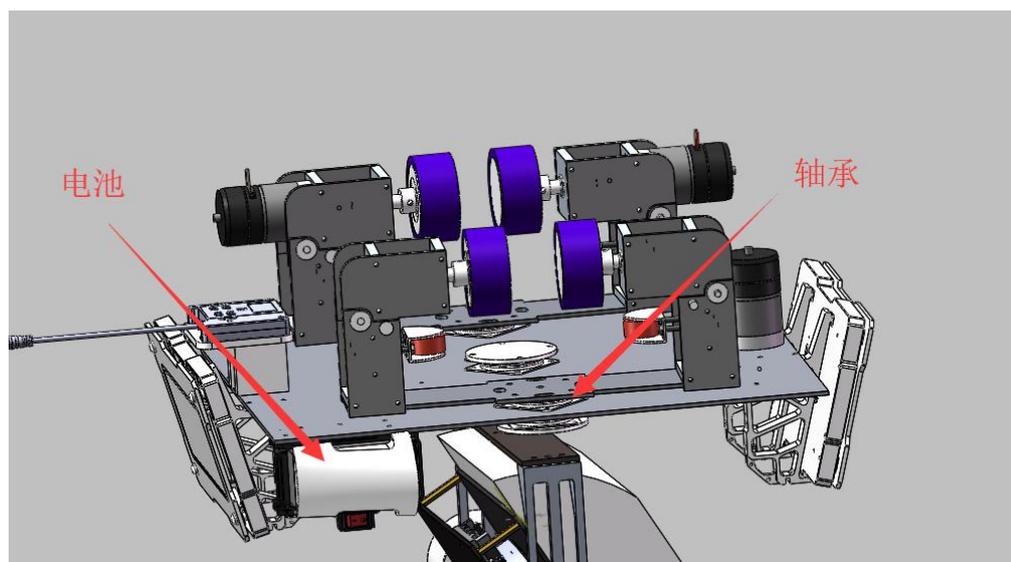


图5.2.1

设计哨兵机器人实现快速的装拆，采用肘夹机构夹紧。其使用方便快捷，哨兵机器人的夹紧装置（如图 5.2.2 所示）拆卸方便使得我们维护和调试方便，大大减轻了人的工作负荷；肘夹的稳定性，使得人在近距离接触哨兵机器人时，安全性高，不容易发生脱落轨道，伤害到调试人员。

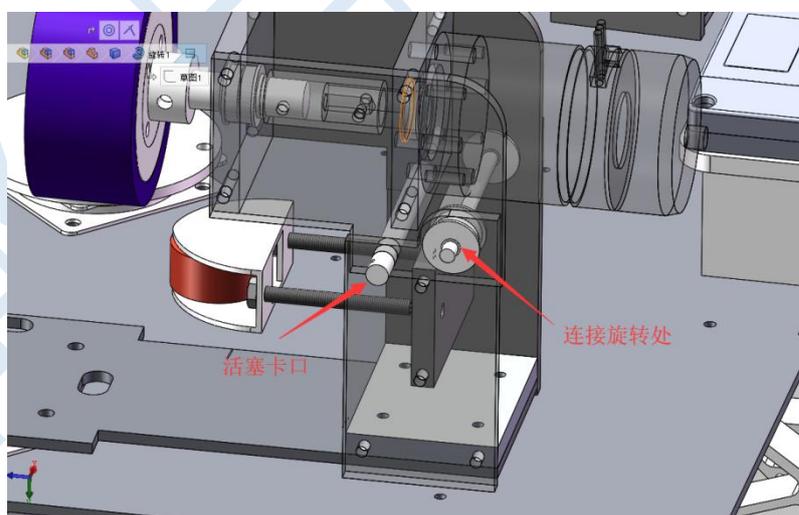
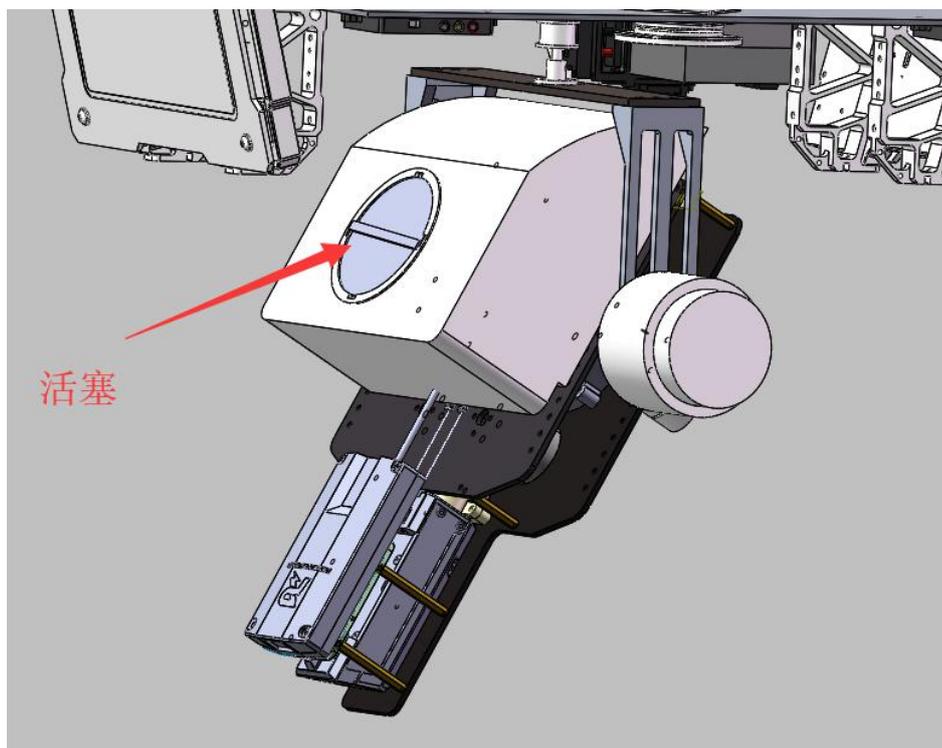


图5.2.2

云台设计部分

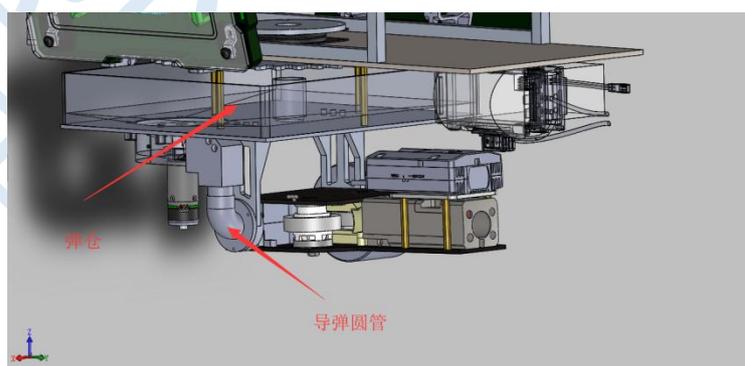
哨兵A云台设计，为消除云台封闭式设计，装弹卸弹拆装不便的问题，将云台弹仓体积增大，在其

顶部增加一个放弹活塞，使其拆装方便，减小工作人员压力，且增加弹量。



哨兵A 云台

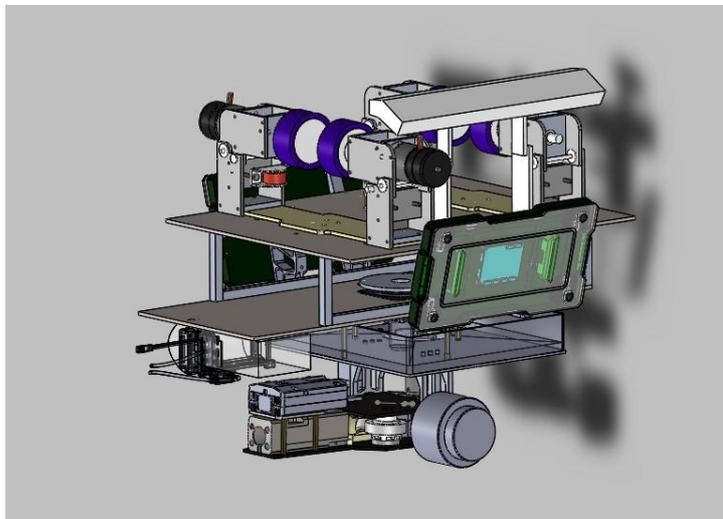
哨兵B云台设计为，将弹仓与云台分离，中间用打印件以及水管连接。弹仓与云台分离，是的弹仓有了巨大空间存放弹丸，也使其装弹卸弹更为快捷，设计美观同时减轻工作人员压力。



哨兵B云台

5.3 最终方案

通过考虑便于维护、搬运、电池易于更换且牢靠固定等综合因素，最终打算采用哨兵B种方案。



第6章 科学设计方法

本章以装甲识别为例子，进行相关科学设计方法分析。

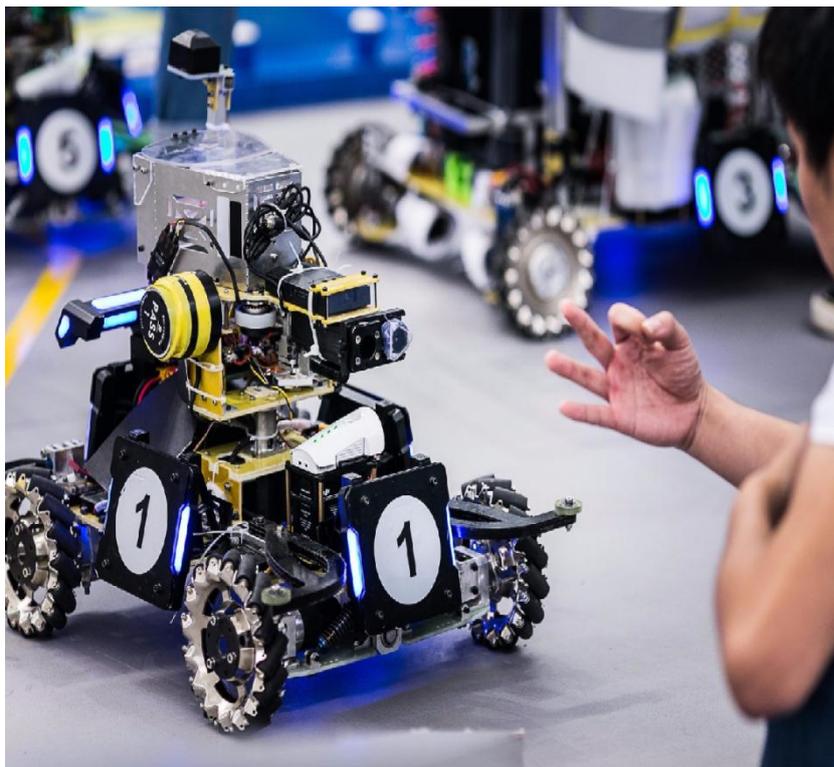
6.1 装甲识别主要功能

检测比赛场景中的目标，在目标进入相机识别范围之内时，快速识别出目标装甲板，在目标装甲板旋转时保证机器的稳定性和系统延时尽可能短。

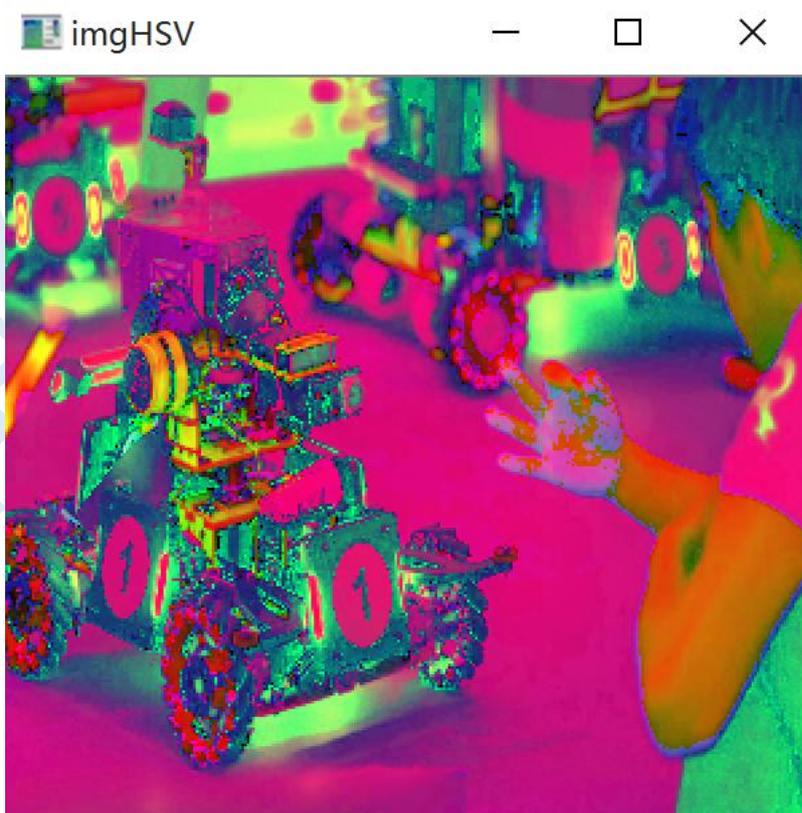
6.2 原理及操作过程

(1) 预处理图片，为了突出识别的特征值

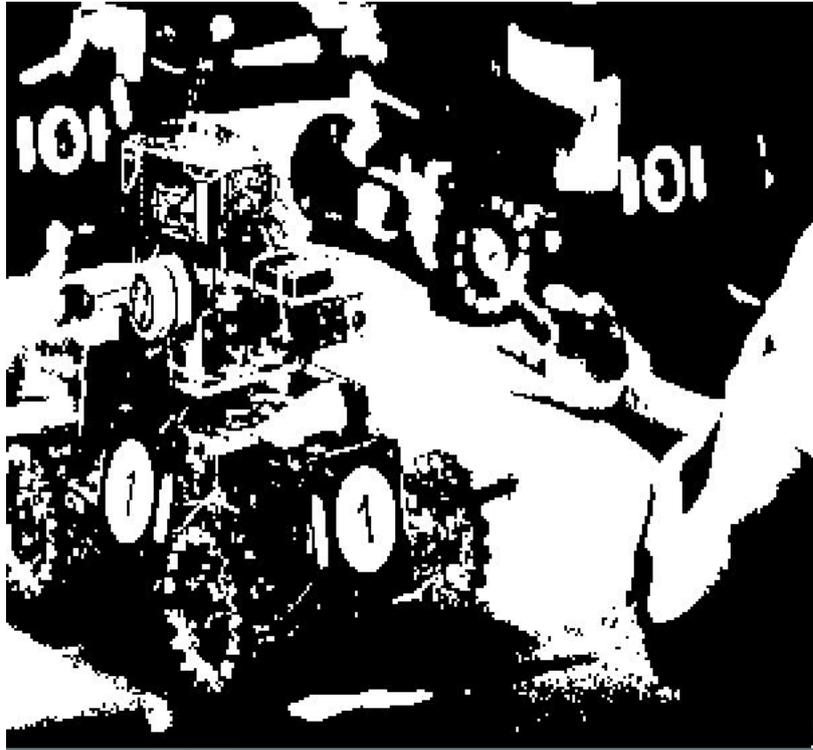
①摄像头采集视频，把视频的一帧图像传入 PreTreatment 函数中



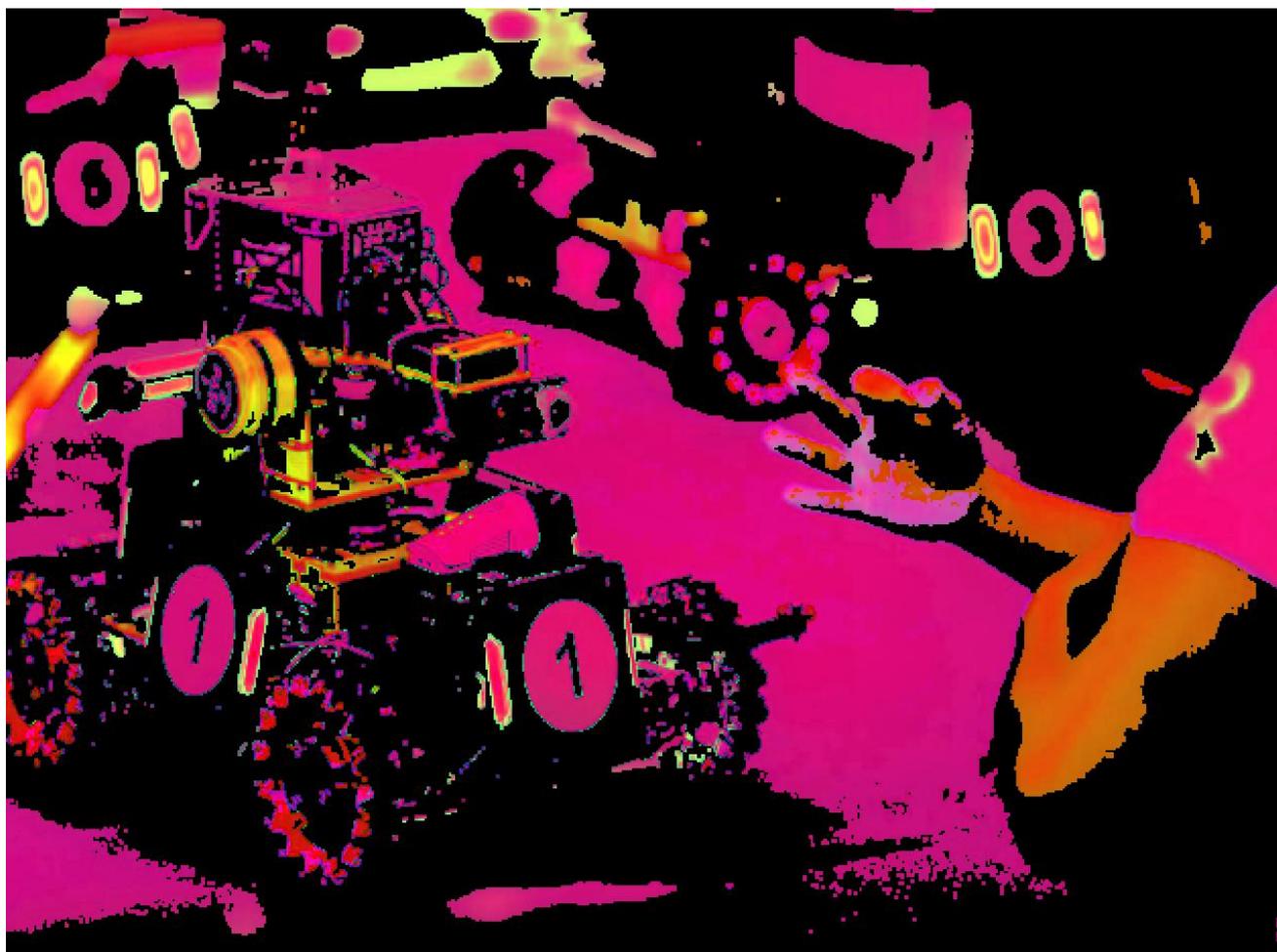
②初步预处理：把原图转换成 HSV 图



③由于装甲识别需要对灯柱特定颜色识别，所以我们使用 split 函数把 HSV 中第 3 通道给分离出来
来阈值化



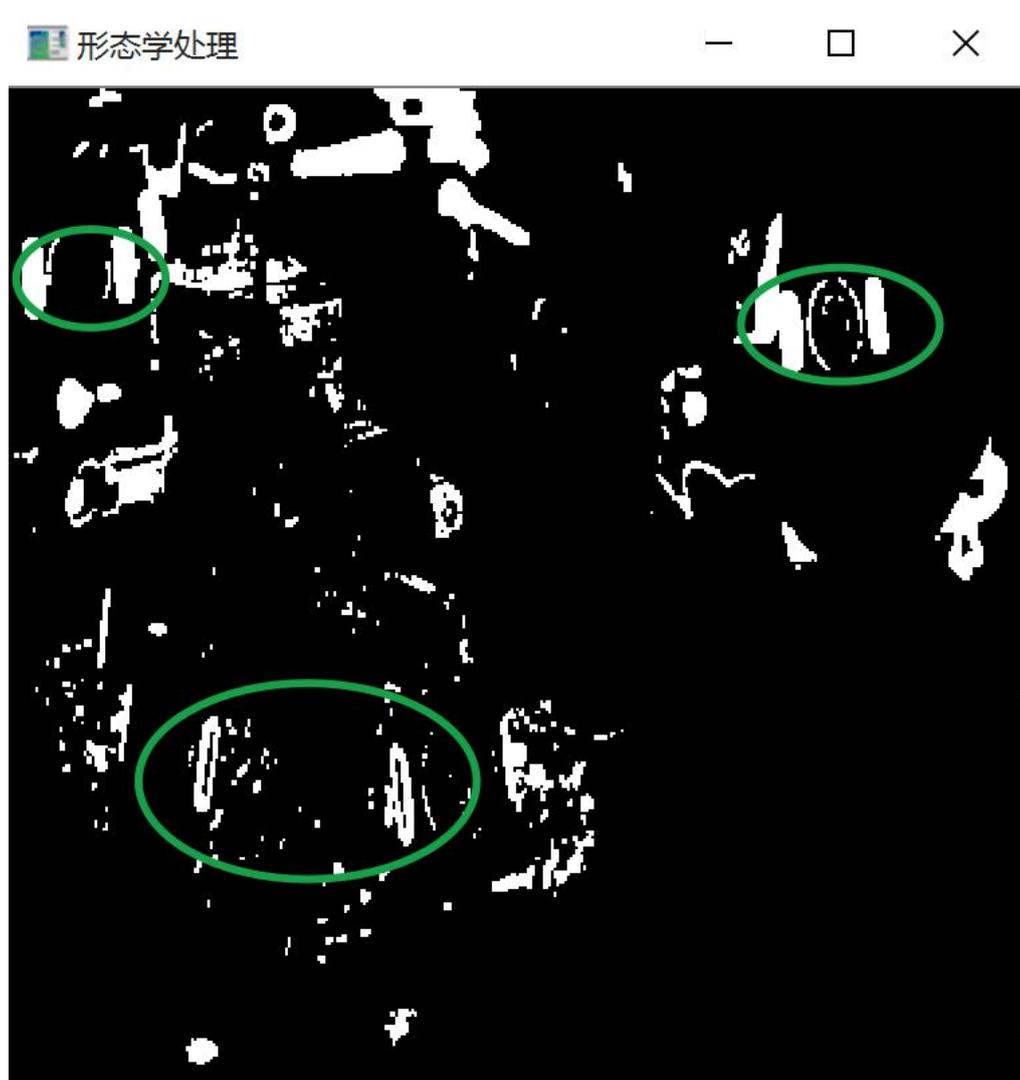
④将阈值化的 HSV3 通道的图片复制到 HSV 通道



⑤将阈值化的图片使用 inRange 函数从原图的彩色部分区分出来,可以看到灯柱部分已经被清晰区分出来了



⑥为突显灯柱特征，使用 5X5 的矩形的膨胀处理一下



(2) 预处理完毕后转入 Detect 函数进行识别处理

① `findContours(src, contours, white_hierarchy, RETR_EXTERNAL, CHAIN_APPROX_NONE)`;对图

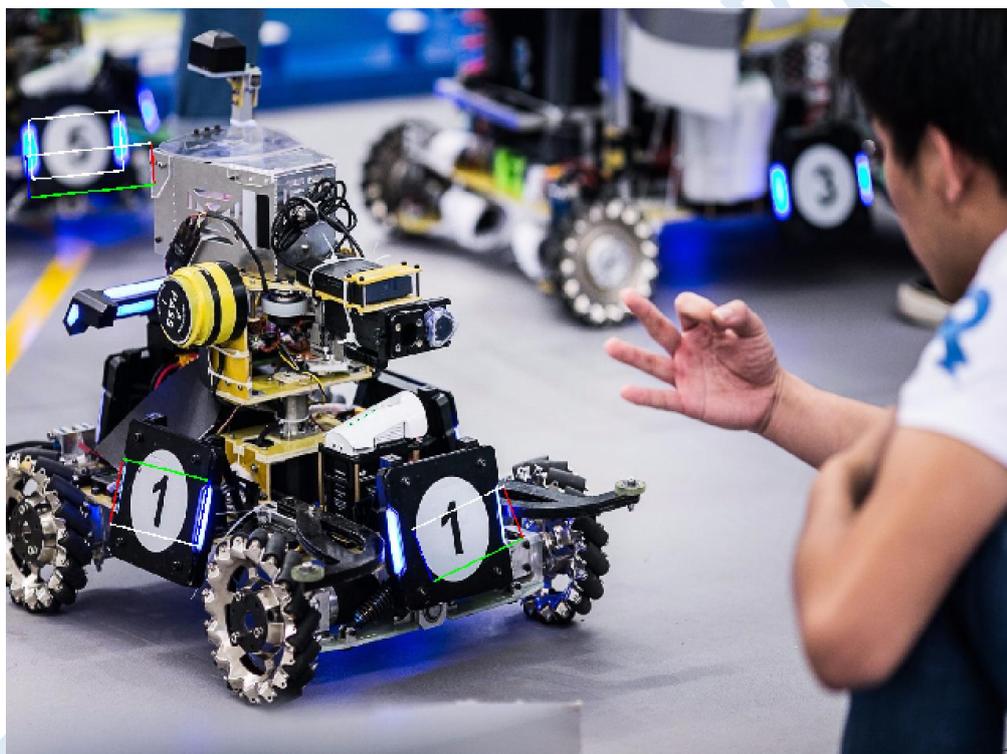
像寻找合适的轮廓

轮廓筛选原理是:

1. 匹配成对灯柱角度差的绝对值;

2. 匹配成对灯柱偏离垂直方向的角度绝对值;
3. 匹配成对灯柱中心点的高度差值;
4. 匹配成对灯柱中心点的连线与水平线之间的角度值;
5. 匹配成对灯柱的长度的绝对值

②把灯柱两条斜对角线的中心点记录保存下来,按照中心点集附带的优先信息进行投票,确定距离最近和最容易打击的目标信息



6.3 编程环境

采用Win10+VS2015+OpenCV341

6.4性能分析

目前在Win10上进行测试，程序运行的帧率基本保持在20-25FPS之间，往后移植到Jtx2或者妙算上使用原生Linux会更加流畅快速



A screenshot of a Windows command prompt window titled "C:\Windows\system32\cmd.exe". The window displays a list of FPS values, ranging from 22.4693 to 21.6457. The values are listed in descending order. At the bottom of the window, there is a search bar with the text "搜狗拼音输入法 全:".

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
22.4693 fps
22.4472 fps
22.4544 fps
22.4238 fps
22.3241 fps
22.2689 fps
22.076 fps
21.8424 fps
21.8265 fps
21.85 fps
21.8723 fps
21.7513 fps
21.7481 fps
21.7512 fps
21.7451 fps
21.7432 fps
21.7381 fps
21.7151 fps
21.6925 fps
21.6886 fps
21.6834 fps
21.6827 fps
21.6711 fps
21.6524 fps
21.6121 fps
21.625 fps
21.6427 fps
21.6457 fps
搜狗拼音输入法 全:
```

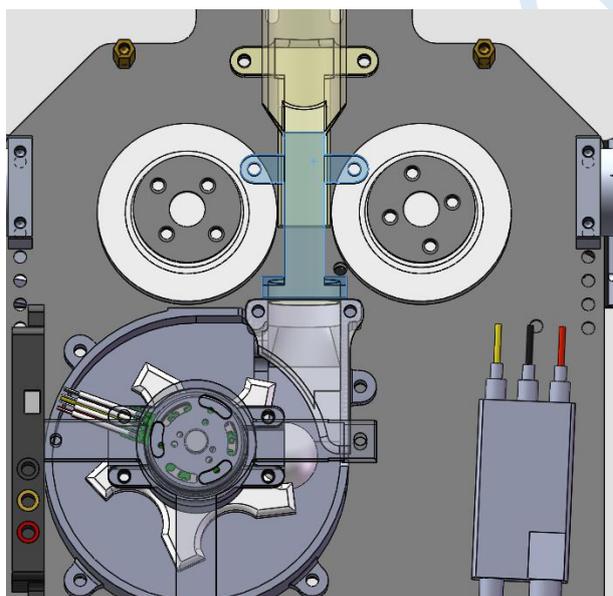
第7章 科学实践改进

7.1 测试需求

上一赛季我们的步兵由于结构限制，最大发弹射频频率较慢，影响射击对抗，所以今年我们要对步兵的发射机构做相应的科学实践改进。

7.2 测试方案

测试方法：将之前的重力下落式发射结构摒弃，保留解决了之前卡弹原因的轴承拨弹轮，使用切线发弹结构，使弹丸和枪管在同一平面内：如下图



参数设定：拨弹轮转速：10转/分钟；摩擦轮转速：10000转/分钟

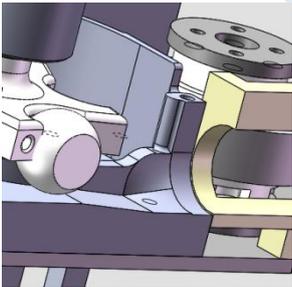
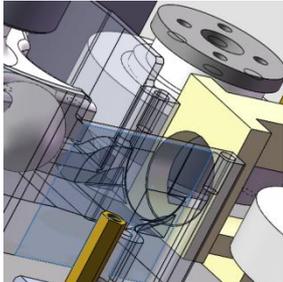
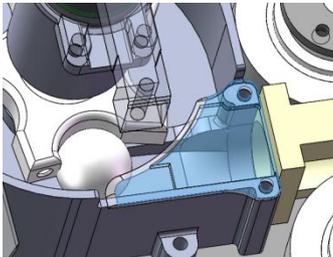
20转/分钟；摩擦轮转速：10000转/分钟

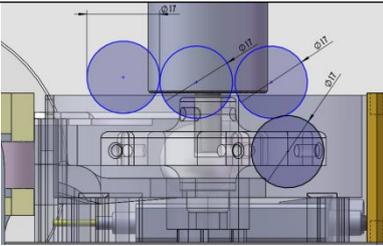
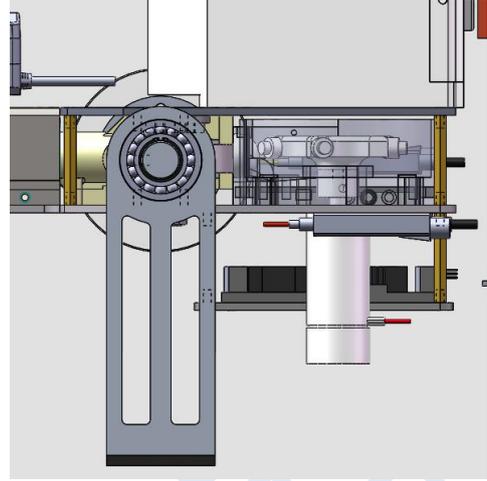
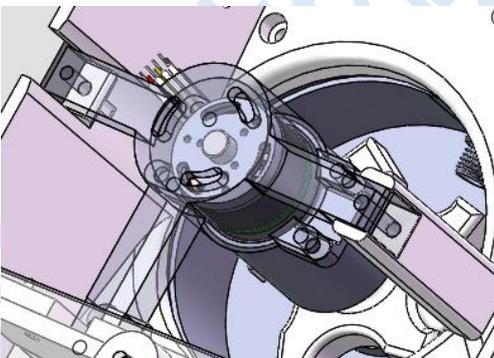
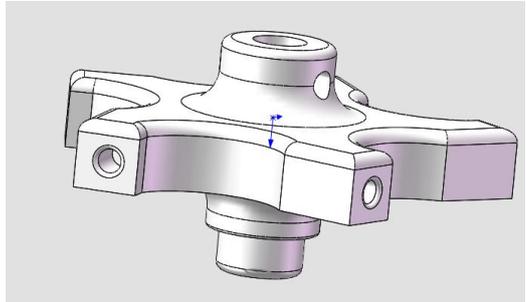
30转/分钟；摩擦轮转速：10000转/分钟

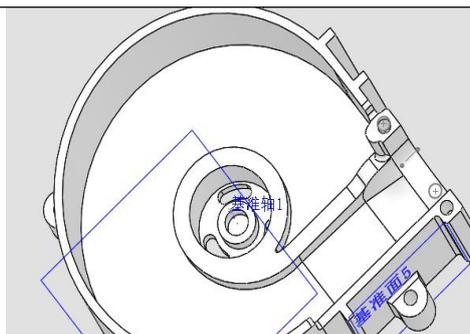
35转/分钟；摩擦轮转速：10000转/分钟

还有测试的设备：步兵发射机构一个，17mm弹丸500发，中心板，TB47电池，RM专用遥控器

7.3 测试结果记录

结果记录	优化改进方案
<p>问题1.</p> <p>弹丸无序放置，当拨轮过快或者长期静止会直接卡在出弹口。（如图）</p>  	<p>改进方法：</p> <p>1.在出弹口安装一个由3D打印制成的压轮盘，通过实验调整压轮盘的高度，使压轮盘低高于弹丸1-2mm处，使其将积压在底层弹丸上的弹丸“切”上去，从而解决出弹口卡弹的问题。</p> 

	
<p>问题2.</p> <p>由于拨弹轮电机固定在下板，在仰射的时候容易磕到底部。</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将拨弹电机倒置,通过3D打印打印出固定外壳将电机固定,之后再连接在弹仓壁上。  <ol style="list-style-type: none"> 2. 再改进拨弹轮, 拨弹轮采用3D打印件自制, 上连电机, 下端放置两个轴承卡住, 在拨弹盘上留有放置轴承的位置, 使拨轮与电机同轴, 能够流畅转动。 

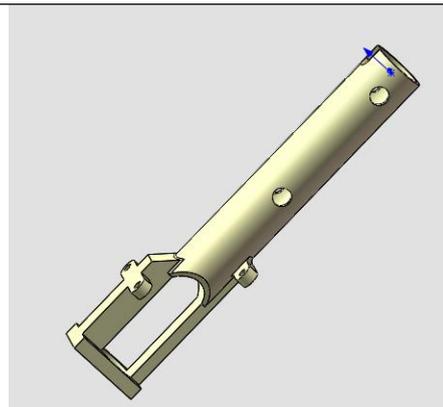


问题3.

通过测试不同拨弹速度发现，在35转/min以上时，射击2m以外的靶位会有较大偏差。

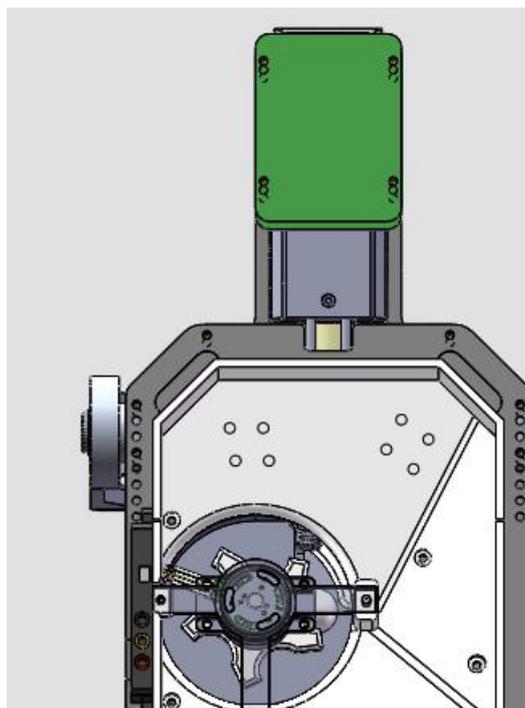
改进方法:

由于拨弹电机为snail电机，没有可调节反馈机制，所以我们通过调节枪管内壁粗糙度用光敏树脂打印枪管（外包）。



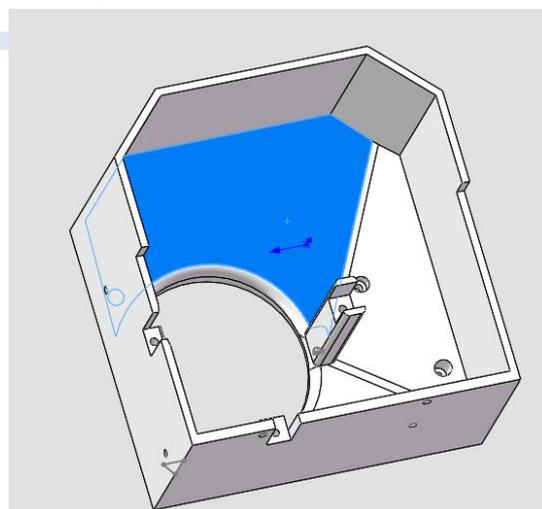
问题4

有效射击一般是近距离俯角射击，由于落弹口偏后在弹丸较少时，弹丸很难下落至拨盘。



改进方法：

由于我们弹仓为50%PLA3D打印制成，所以在设计时，将右侧和前面部分设计出一个较大的倾角，通过打印测试 改倾角应大于等于30度，但应保证更多的储弹量，所以选择30度倾角。



7.4 优化改进结果

优化结果见 附件的视频文件

第8章 传感器选型

板载陀螺仪 (云台位置识别控制)

激光测距 (测量弹仓弹丸数量)

工程机器人:

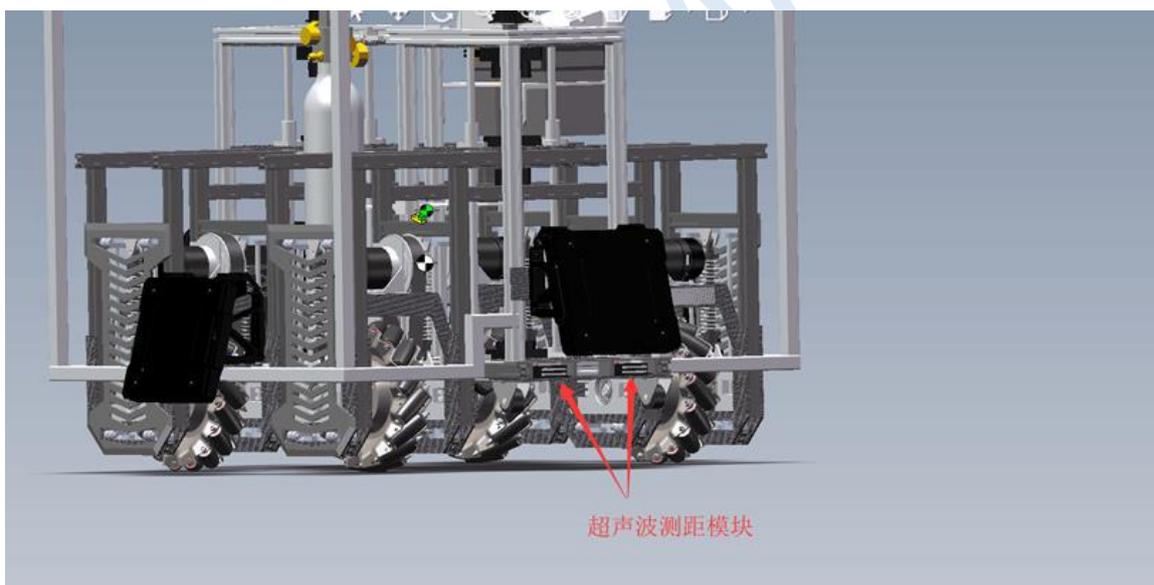
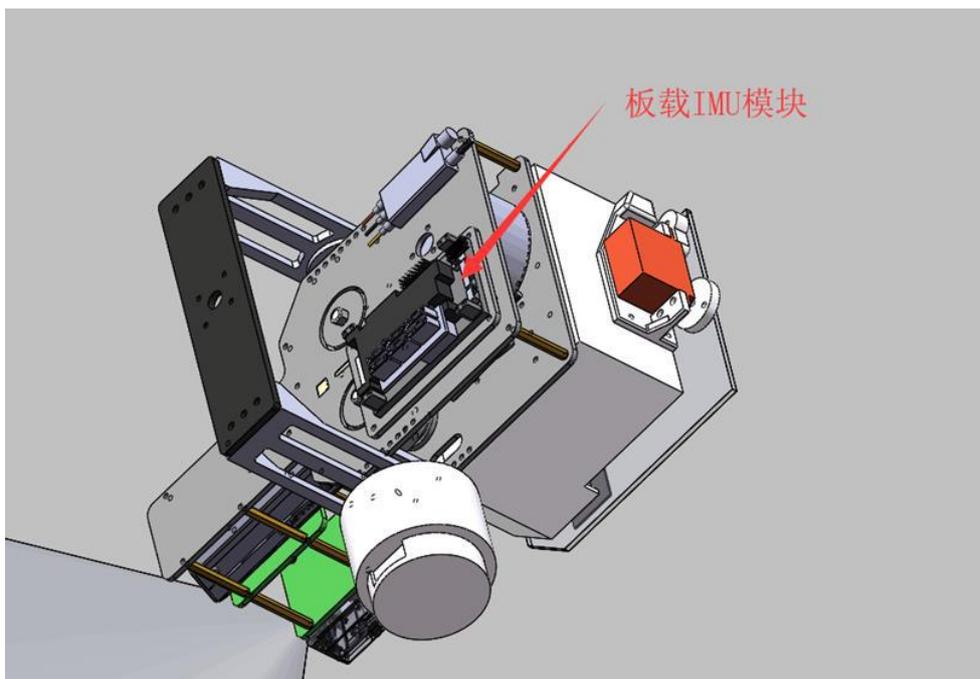
一、板载陀螺仪

- 1、登岛、爬坡时保证车身平稳，增加行进稳定性

二、超声波传感器

- 1、辨识机器人与资源岛相对位置

- 2、辨识机器人腿部高度，并在登岛时作实时调整

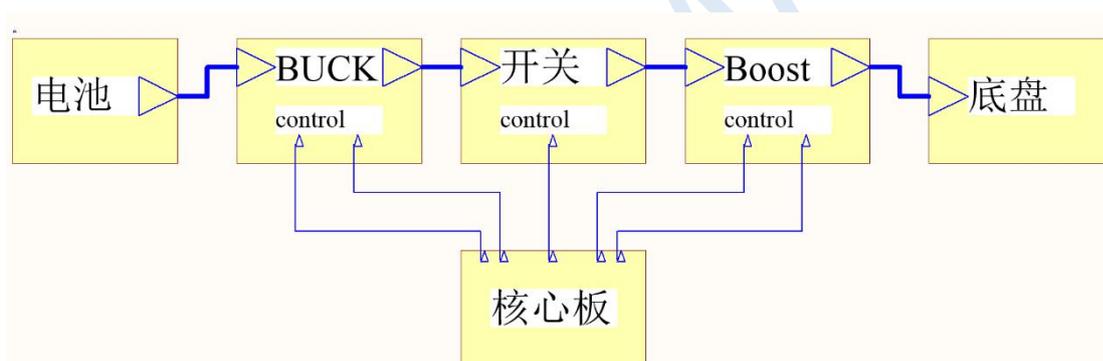


第9章 创新性

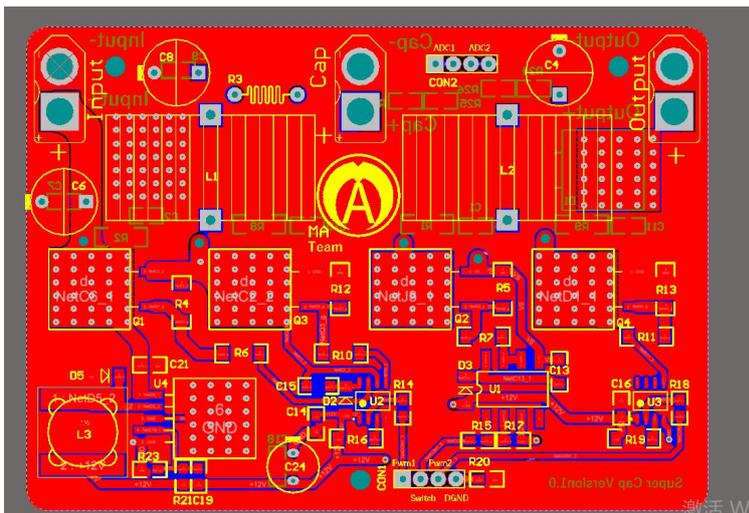
1. 动力提升创新：由于底板的功率限制以及比赛中存在复杂路况，整机的瞬时输出功率一直是影响

比赛进程的重要因素，为了解决这一问题，我们分析并参考了往届比赛的方法，经过理论分析发现，采用超级电容模组以及设计电源管理电子设备来合理分配为电池能量，在保证地盘功率不超额同时兼顾电池的使用寿命的情况下，尽可能的提高整机的功率输出，用来应对复杂的比赛情况。其中作为电源管理系统的超级电容控制部分由：可控同步整流BUCK电路，可控开关和可控Boost电路三个部分组成，通过STM32最小系统实时检测地盘功率后决定是否接入超级电容模组，再分别控制三个电路的状态，使整机功率达到预期的效果。

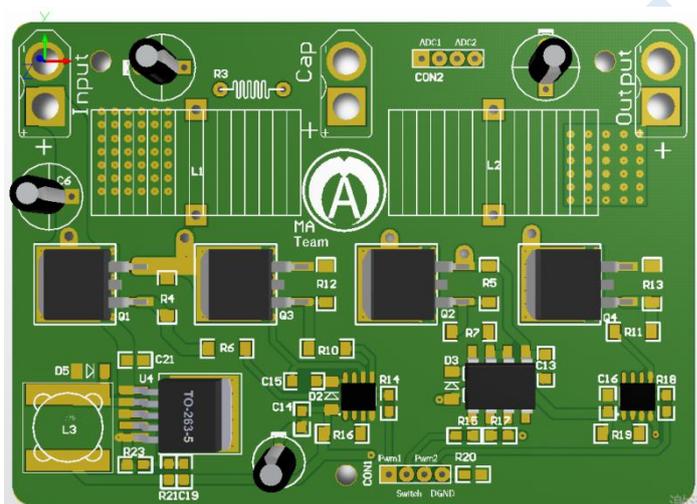
超级电容控制部分框架图：



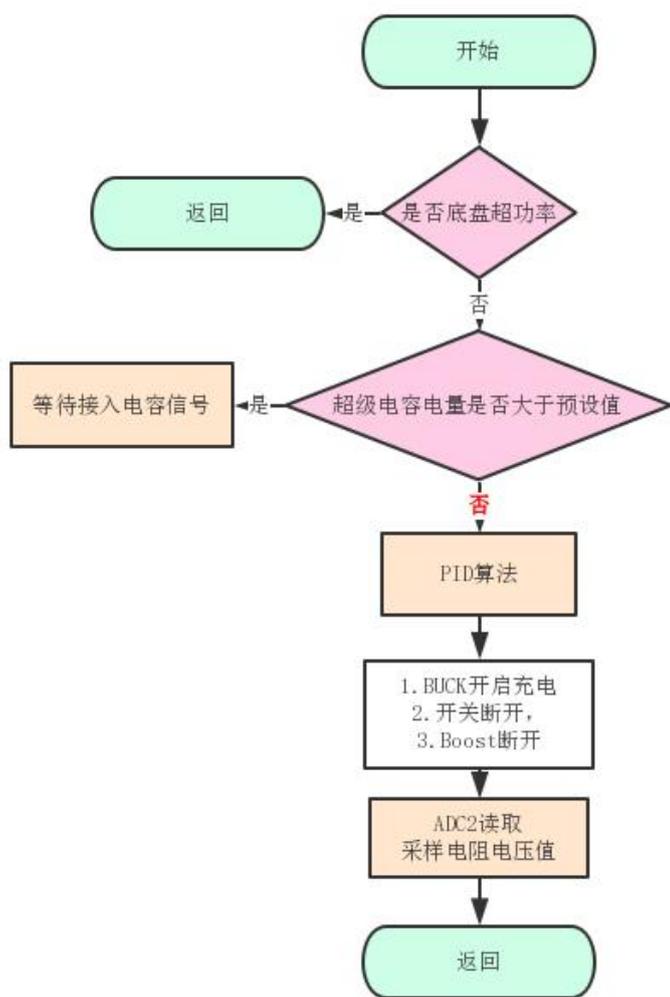
实际PCB：



3D效果图：



程序流程图：



实物图：



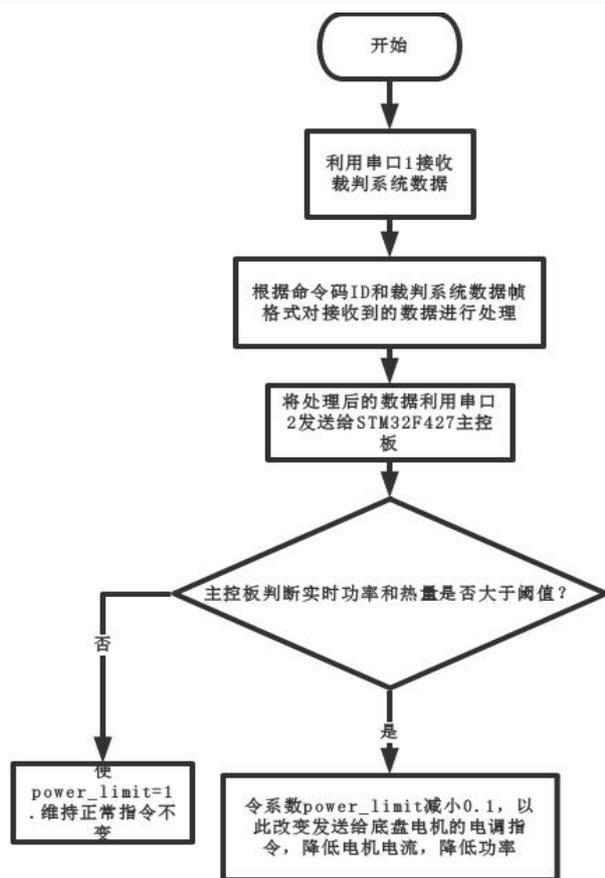
南华大学MA战队

2.解决超功率问题:

由于在以往赛季的比赛中时常出现因为底盘超功率或枪管热量过高造成的机器人扣血或死亡等问题,本赛季决定另采用一块STM32F103的控制板来读取裁判系统的底盘功率和枪口热量数据,利用其串口USART1与裁判系统通信,然后对接收到的数据进行处理,得到具体数值后利用串口2发送给STM32F427主控板,由主控板对接收的数据进行判断之后,改变其给底盘电机的电调板发送的指令,即可控制功率在设定的阈值之下。经过上述的功率限制后,基本上机器人会出现启动加速慢、制动距离远和爬坡无力等现象,这时加一个超级电容就可以改善这种情况。所以,这一块STM32F103的控制板,还可以用来作为超级电容的控制板。

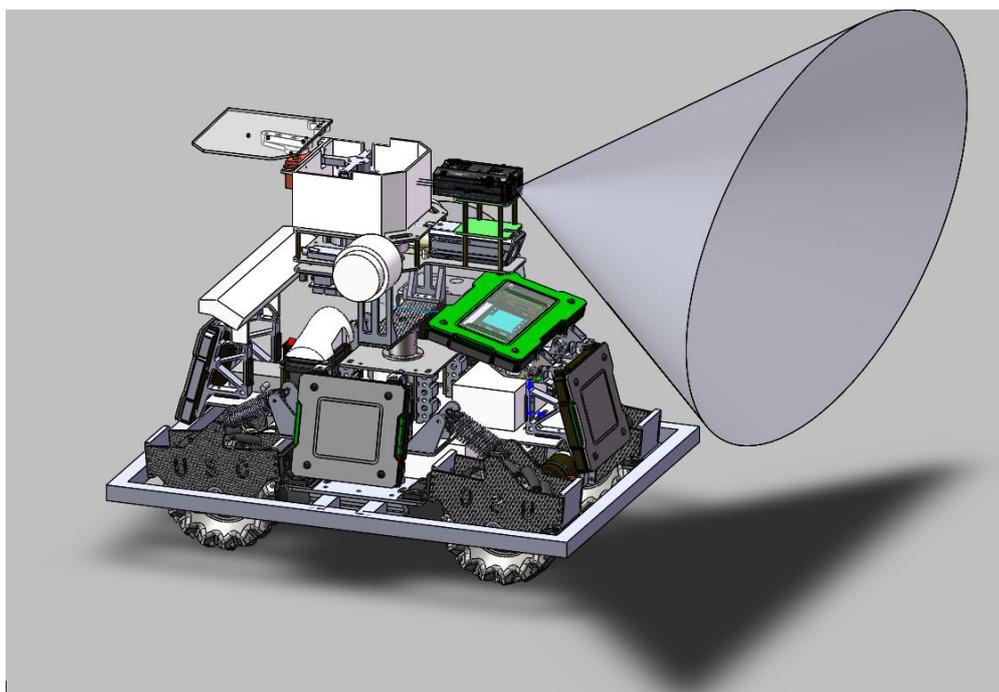
程序框图:



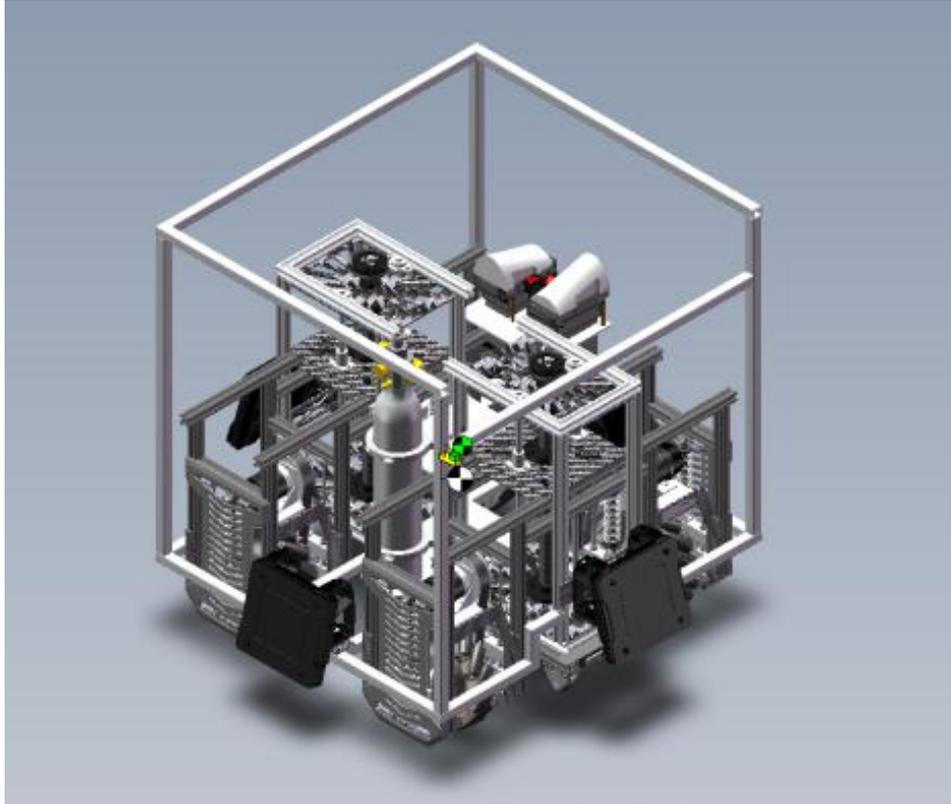


第10章 外观设计

步兵车主要采用铝板加碳纤维板材料构成在板材的一些部分通过强度分析后做一些镂空设计，这样减轻了整车的重量的同时也起到了美观和安装方便的作用。



工程车身主要采用铝架结构框架简洁美观，上装取弹部分采用碳纤维板和碳纤管外观简洁美观且强度能够达到要求质量轻巧



南华大学