



兰州理工大学  
LANZHOU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

# 第十八届全国大学生机器人大赛

RoboMaster 2019 机甲大师赛

## 红柳猎人战队

### 设计报告

2019.01  
V 1.0





# 目录

摘要.....	1
第 1 章 需求确定 .....	1
1.1 总体需求.....	1
1.2 机器人具体需求 .....	2
1.2.1 步兵机器人.....	2
1.2.2 英雄机器人.....	2
1.2.3 工程机器人.....	2
1.2.4 哨兵机器人.....	3
1.2.5 空中机器人.....	3
第 2 章 系统框图 .....	5
2.1 硬件资源.....	5
2.2 程序逻辑.....	5
第 3 章 结构设计 .....	8
3.1 结构设计一.....	8
3.1.1 需求分析 .....	8
3.1.2 图纸.....	8
3.1.3 材料和工艺 .....	8
3.1.4 有限元分析 .....	9
3.2 结构设计二.....	10
3.2.1 需求分析 .....	10
3.2.2 图纸.....	10
3.2.3 材料和工艺 .....	11
3.2.4 有限元分析 .....	11
第 4 章 算法设计 .....	12
4.1 需求分析.....	12
4.2 方案设计.....	12
4.2.1 装甲.....	12
4.2.2 能量机关 .....	12



4.3 算法对比与性能分析.....	13
4.3.1 算法对比.....	13
4.3.2 性能分析.....	13
4.4 算法流程.....	14
5.1 倒角处理.....	15
5.2 方便拆卸.....	15
5.3 视野可调.....	15
第6章 科学设计方法.....	16
第7章 科学实践改进.....	18
7.1 测试需求.....	18
7.2 测试方案.....	19
7.3 测试结果记录.....	19
7.4 结果分析.....	20
7.4 优化改进.....	20
第8章 传感器选型.....	21
第9章 创新性.....	23
9.1 无人机拨盘创新的目的.....	23
9.2 核心创新点.....	23
第10章 外观设计.....	25

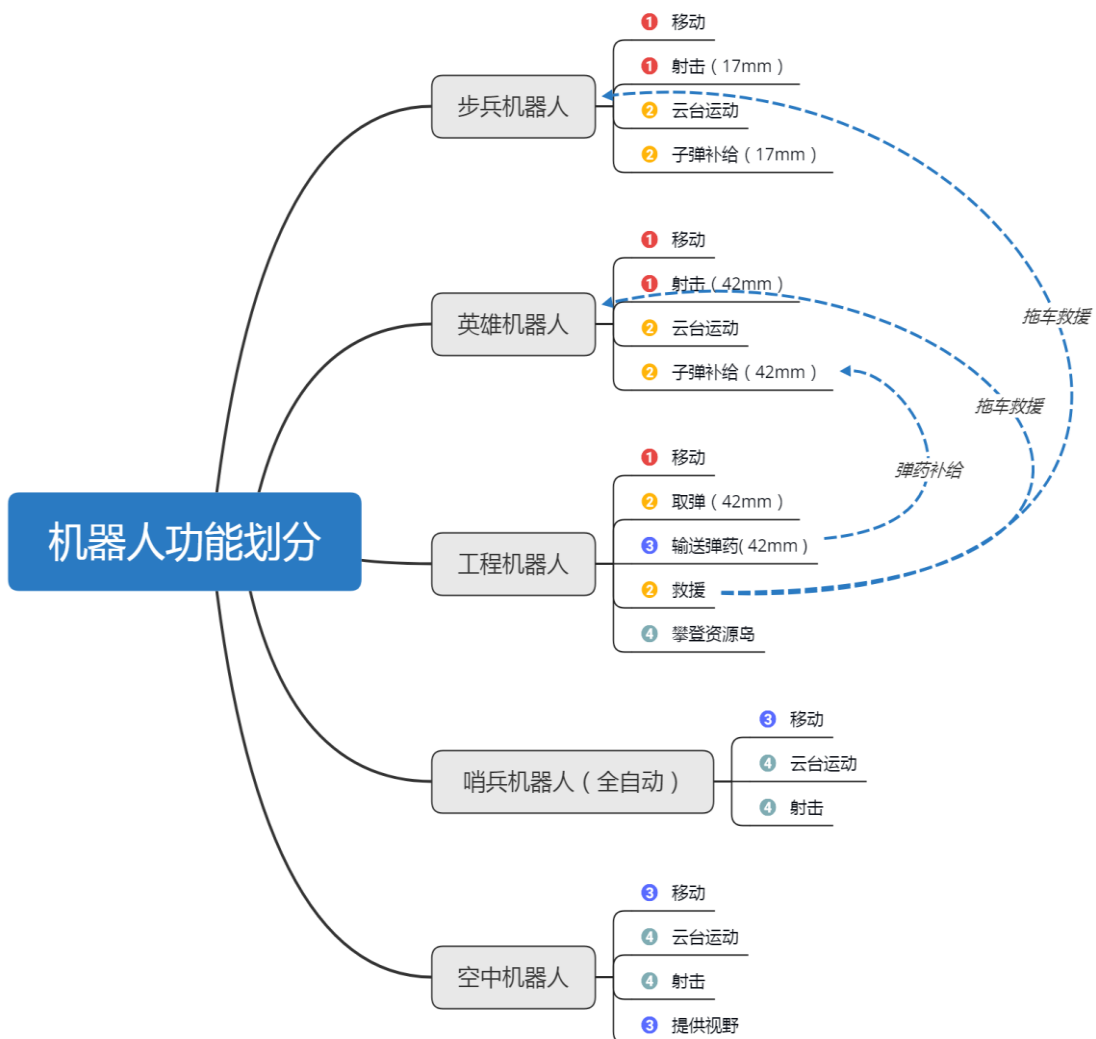
# 摘要

针对2019Robomaster比赛规则对机器人一些需求的确定来得到基本的设计思路,使得最终的机器人的性能更加优越,确立软件和硬件的系统框图以极大的提高开发效率。对机器人进行结构设计和有限元分析来优化机器人的某些部位和零件。通过算法设计、人机工程分析、科学设计方法、科学实践改进、传感器选型、创新设计以及机器人的外观设计等多个方面的需求来进行机器人的研发和优化。

# 第1章 需求确定

## 1.1 总体需求

针对Robomaster2019比赛规则1.1版本与红柳猎人战队具体情况进行分析之后;对各机器人提出不同程度的要求。



a. 规则分析（相较于18年的规则）：

(1) 按比例调整了机器人的血量与弹丸伤害量数值，相对的削弱了英雄机器人的血量和枪口冷却值，使得英雄机器人的重要性略有降低，同时，只允许工程机器人进行获取大弹丸的工作，提高了英雄对工程机器人的依赖程度和工程机器人的重要性。

(2) 对步兵和英雄机器人增加了面向顶部的大装甲板，扩大了空中机器人的攻击范围，将空中机器人的战略地位提高。

(3) 将两个资源岛合并为一个，产生了竞争取弹的机制，增大了大弹丸的获取难度。

(4) 改变了大符的形式，使得获得增益更加困难。

b. 需求列表（优先级1-4,最高级为1，最低级为4）

## 1.2 机器人具体需求

### 1.2.1 步兵机器人

作为最基础兵种，其特点应达到运动快速灵活，射击精准，接受补给速度快等需求。

1.底盘采用平行四边形结构，不断优化，使其增强步兵的灵活性，合理减少车的重量，进一步提高其速度。

2.不断测试，设计合理的拨弹机构，解决供弹速度快且不卡弹的问题。

### 1.2.2 英雄机器人

依照《RM2019比赛规则手册》在英雄方面的具体要求，得出以下几点需求：

1、英雄不需要自主上岛取弹，这就节省了很大的空间和重量，因此可以把底盘设计的更加紧凑，更加轻便，使英雄成为超级步兵。

2、底盘除了稳定之外，为了上下坡性能，以及减少车体震动，应该添加减震机构。

3、底盘四个轮子间距要大致相当，减少功率损耗。

4、车体要设计简洁、轻便、美观，不超限不超重。

5、英雄云台的设计方面重心应尽量靠近中线，还应考虑摩擦轮间距，达到最佳射击效果。

6、云台高度尽量低，以降低车身高度。

7、弹仓高度合理，注意解决云台仰射子弹时输弹管积弹所造成的卡弹问题。

8、预留救援机构。

### 1.2.3 工程机器人

工程机器人的设计按照比赛规则以及裁判系统规则来进行设计。

工程机器人的主要功能：自行快速移动、资源岛取弹、英雄供弹、实施救援、车体升降。

主要技术：

工程登岛

工程取弹

工程供弹

工程救援

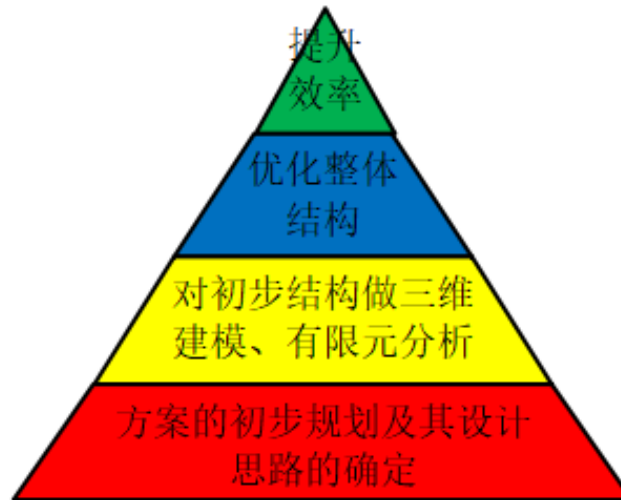
工程车登岛对岛上取弹起决定性作用，登岛迅速会使英雄及早具备战斗能力

由于英雄不具备自行取弹能力，此次工程取弹是否有效决定了英雄的战斗能力

此次供弹与取弹有着同样重要的作用，将取得的弹药能够快速完全的补给英雄

与其他车体的衔接及拖开迅速，而实施救援过程中车体的运行速度不能太慢

具体步骤：



## 1.2.4 哨兵机器人

唯一一个全自动机器人——哨兵。

关键技术点：

### 1、底盘的机械结构

在结构上采用碳板，全向轮。需达到以下几个特点：轻、活、快、快速安装与拆卸。

### 2、需求分析

能使哨兵在任何情况下都可以360°无死角防守基地。

## 1.2.5 空中机器人

选做机器人，积攒能量进行攻击，射速要求限制，不可被攻击或攻击敌方空中机器人，最大重量10公斤。保证飞行安全，云台稳定转动，优良的发射机构。

### 一、机架选择

H型四旋翼机架

分析：优势——改装空间较大，方便搭载设备；相对稳定；制作方便结构简单；所有坚固件和部件基本都一目了然，维护检查简单，相应的故障率低。

劣势——形变量相对与十字型机架稍大；

制作材料——均为碳纤维材料

### 二、动力套装

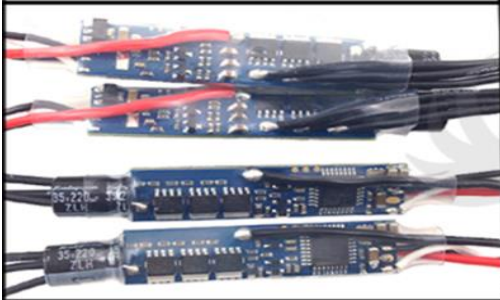
电机型号Motor Type	锂电池Lithium Battery			螺旋桨Propeller		适合起飞重量Appropriate Take-off Weight			
	4轴 (axle)	6轴 (axle)	8轴 (axle)	4轴 (axle)	6轴 (axle)	8轴 (axle)	4轴 (axle)	6轴 (axle)	8轴 (axle)
X6215 KV330	6S			2055		10.5-12.8KG	15.8-19.2KG	21-25.5KG	
电流Current(A)	5.5	11	16.5	22	27.5	33	38.5	46	
拉力Pulling Force(g)	1345	2255	2933	3608	4100	4560	5228	5800	
功率Power(W)	122.1	244.2	366.3	488.4	610.5	732.6	854.7	1021.2	
力效Efficiency(g/W)	11.016	9.234	8.007	7.387	6.716	6.224	6.117	5.680	

电机型号Motor Type	锂电池Lithium Battery			螺旋桨Propeller		适合起飞重量Appropriate Take-off Weight			
	4轴 (axle)	6轴 (axle)	8轴 (axle)	4轴 (axle)	6轴 (axle)	8轴 (axle)	4轴 (axle)	6轴 (axle)	8轴 (axle)
X6215 KV330	6S			2255		11-13.3KG	16.4-20KG	22-26.6KG	
电流Current(A)	6	12	18	24	30	36	42	48	
拉力Pulling Force(g)	1435	2305	3085	3895	4664	5125	5480	6040	
功率Power(W)	133.2	266.4	399.6	532.8	666	799.2	932.4	1065.6	
力效Efficiency(g/W)	10.773	8.652	7.720	7.310	7.003	6.413	5.877	5.668	

### X6215 24N28P多旋翼无刷电机

型号(Motor Type)	X6215 KV350	X6215 KV330	X6215 KV170
铁芯尺寸Iron Core Size (mm)	6215		
电机尺寸Motor Size (mm)	Φ 68.8*38.3		
重量Weight	346g		
空载电流Idle Current (24V)	2.6A	2.5A	0.9A
支持锂电Support Lithium Battery	6S LiPo	6S LiPo	12S LiPo
最大电流Max Continuous Current (A)	68	59	35
最大功率Max Continuous Power (W)	1650	1450	1660
内阻Internal Resistance	0.036Ω	0.0385Ω	0.0965Ω

	<b>产品参数：</b>
	持续工作电流：30A
	瞬时电流：40A (5秒)
	适用锂电节数：2-6S (7-25.2V)
	尺寸：61*11*11mm
	重量(含线)：10g
	BEC线性：无
	可否编程：是
一套附件：电调*1	

我们选用的电机型号是 X6215 330KV。

电调选用的型号是 猛禽 MINI 迷你 30A 无刷电调。

机架用的是 800 轴距 H 型机架。

选用 2055 碳纤维桨。

按照最大重量 12.1Kg (已包含弹丸 1.5Kg) 加上裁判系统 (0.6Kg)，所以单轴最小拉力 3.025Kg。由上表可知与 16.5A 时的拉力为 2.933Kg 与我们计算出来的相差不远，(后面我们计算实际重量比 3.025Kg 计算值小所以我们暂且按这个电流来计算) 此时的功率为 366.3W，所以总功率为：1465.2W。要 4 块电池重量为 2.28Kg。

预计整机重量：1.65Kg (空机架还没算桨保，弹舱以及其他的重量) +1.424Kg (四个电机加电调的重量) +2.5Kg (云台) +1.5Kg (弹丸重量) +2.28Kg (电池重量) +0.6Kg (裁判系统) =9.954Kg 小于 12.1Kg 所以用这套动力系统能基本满足我们的动力需求而且这样会给我们后期机架的改装留较大的空间。

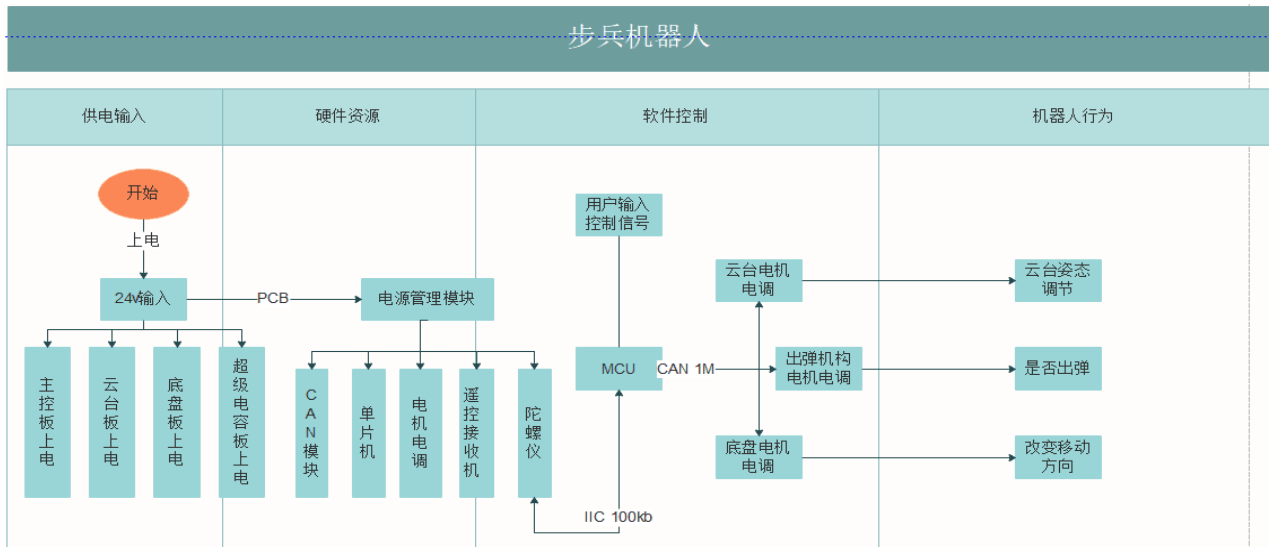
### 三, 云台需求

云台要达到轻量化稳定, 尽可能做到 2.5kg 以下, 云台射频达到每秒 16 发, 可控角度要尽可能的做大, 俯仰角度至少 180 度。总而言之, 云台最基本一定要轻。

## 第2章 系统框图

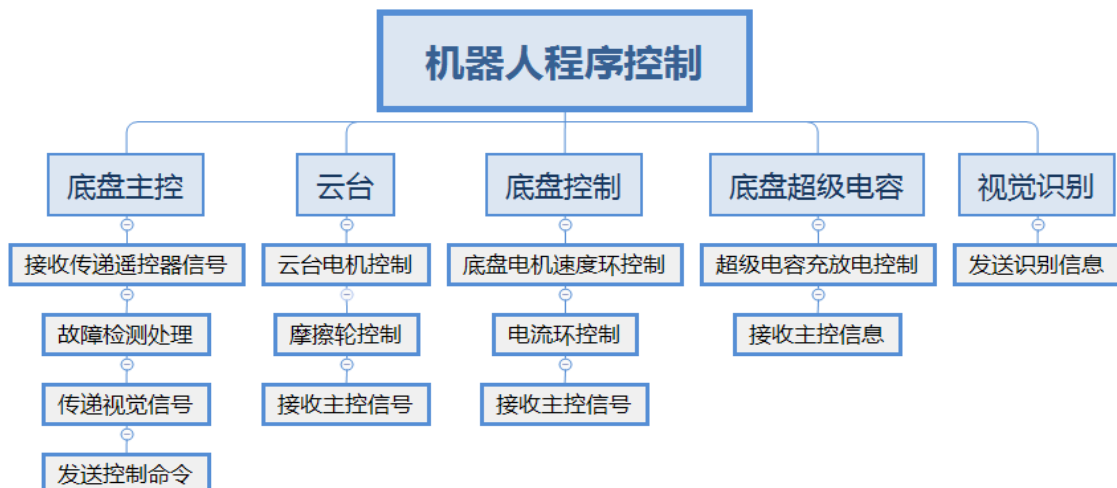
### 2.1 硬件资源

以步兵为例, 输入系统由提供动力的 TB47 电池、云台控制板、底盘控制板、主控板以及超级电容控制板构成, 硬件资源则由电源管理模块、CAN 模块、单片机、电机电调、遥控器接受仪和陀螺仪构成。用户输入控制信号通过 cpu 控制机器人的行为, 包括云台姿态调节, 是否出弹以及控制运动方向。



### 2.2 程序逻辑

整体控制逻辑:





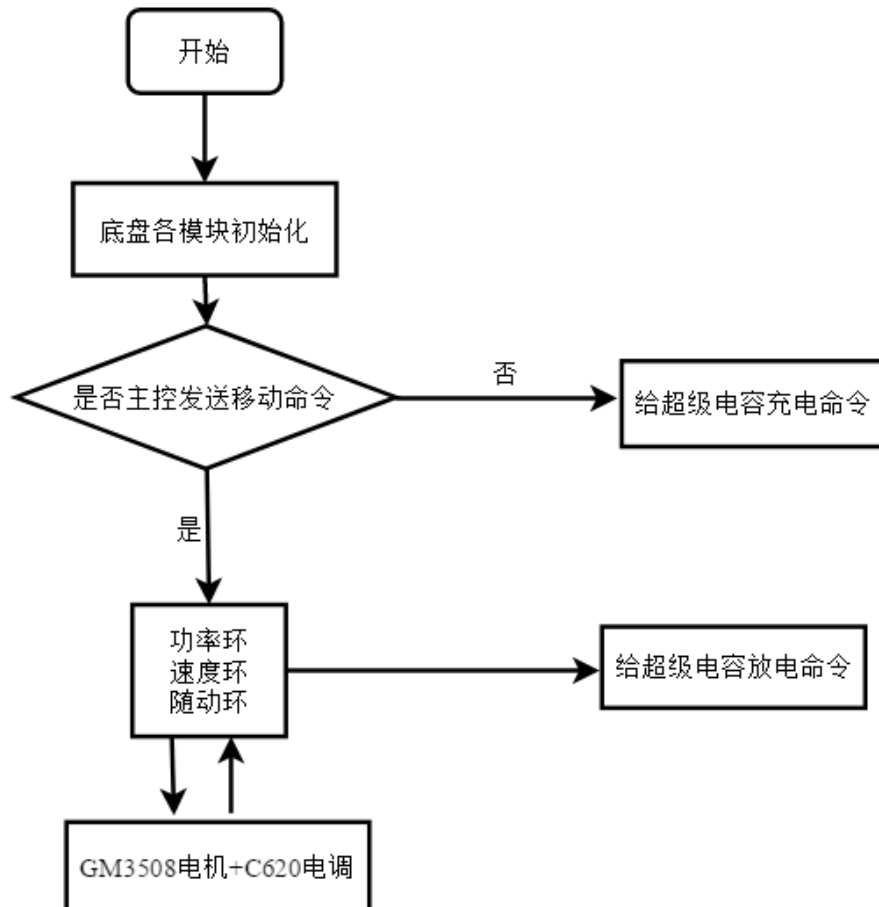
### 底盘控制

为了实现机器人稳定和灵活的移动，给操作手给予良好的操作体验，机器人底盘采用GM3508电机和反应速度更快的C620电调，更好的实现底盘的功能。

底盘采用GM3508电机自带的编码盘进行速度闭环，通过底盘开发板上的功率采样电路进行功率闭环，根据主控板发送过来的数据进行底盘随动环，采用PID控制，速度环为内环、功率环为外环实现机器人稳定移动，底盘跟随云台的闭环也同样采用PID控制，给操作手更好得体验。

底盘板通过CAN通讯实现控制超级电容充放电，给底盘更好得电力来源。

完整的逻辑框图：



### 云台控制：

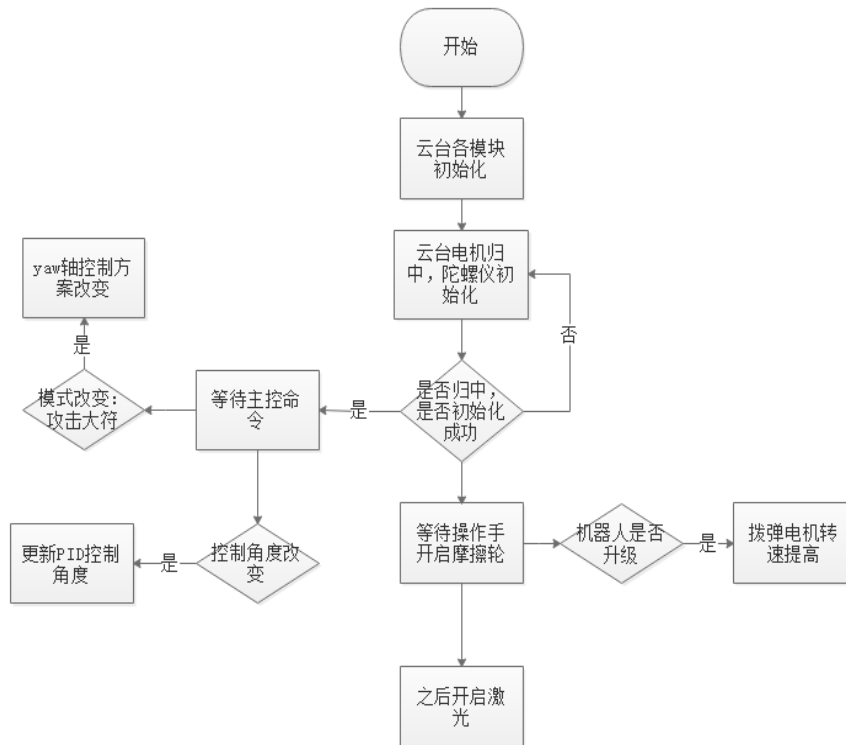
为了实现云台的稳定灵活和准确击打以及操作手良好的操作体验，我们采用双轴云台。

yaw轴的位置环控制采用陀螺仪解算出的yaw轴角度，最终采用内环速度环和外环位置环的串级PID控制，yaw轴电机的角速度反馈值同样采用陀螺仪的角速度值。

pitch轴电机的控制方式可以有三种方案：

1. 双环控制，速度环由电机自带编码器机械角度反馈值经滤波，加权计算后得到电机转动速度，位置环由解算得到的欧拉角作为反馈值。
2. 双环控制，速度环由陀螺仪角速度作为反馈值进行控制，位置环由陀螺仪解算得到的欧拉角作为反馈值。
3. 舍去位置环，采用独立位置环，采用微分先行 PID 控制，对于给定指令频繁升降的场合更加适用。我们选择第三种控制方案，实现底盘转动时不扰动云台枪管以及操作手视野，yaw轴位置环采用陀螺仪实现底盘转动而没有外部指令时，枪管指向方向保持不变。

完整逻辑框图如下：

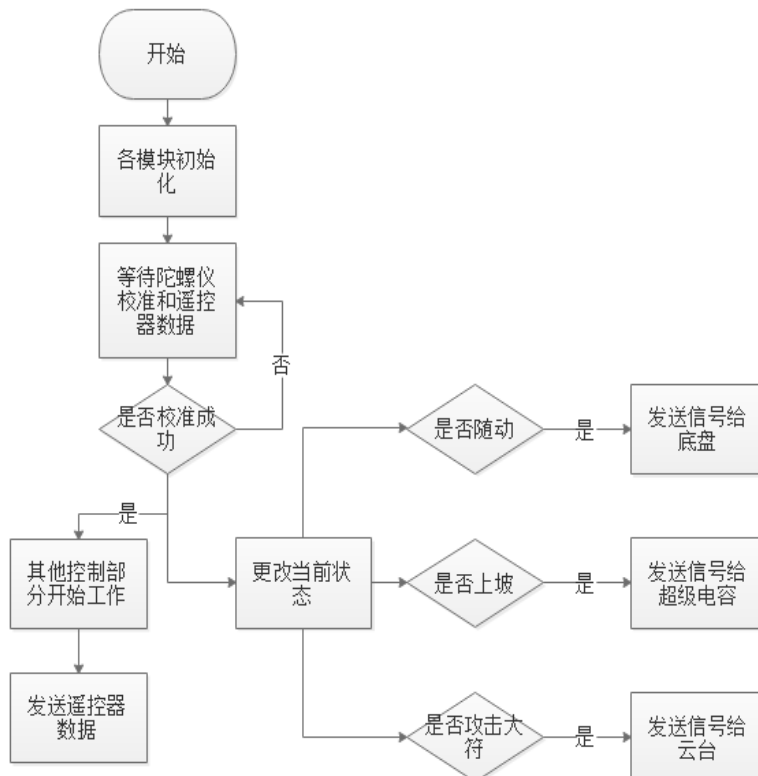


主控板:

为实现随动，减轻云台和底盘的运算负荷使用主控板接收遥控器信息以及发送控制指令，检测当前状态。所有信号挂载在CAN2总线上，云台板，底盘板的通过CAN1发送数据给电机。

使用主控板上的陀螺仪解算出yaw轴的欧拉角以及云台上的陀螺仪解算出来的角度实现底盘跟随云台的效果，以及读取竖直方向的角速度来检测是否正在上坡，从而控制超级电容的充放电。通过接收视觉传递过来的位置信息，操作手判断是否改变运行模式。

流程图如下:



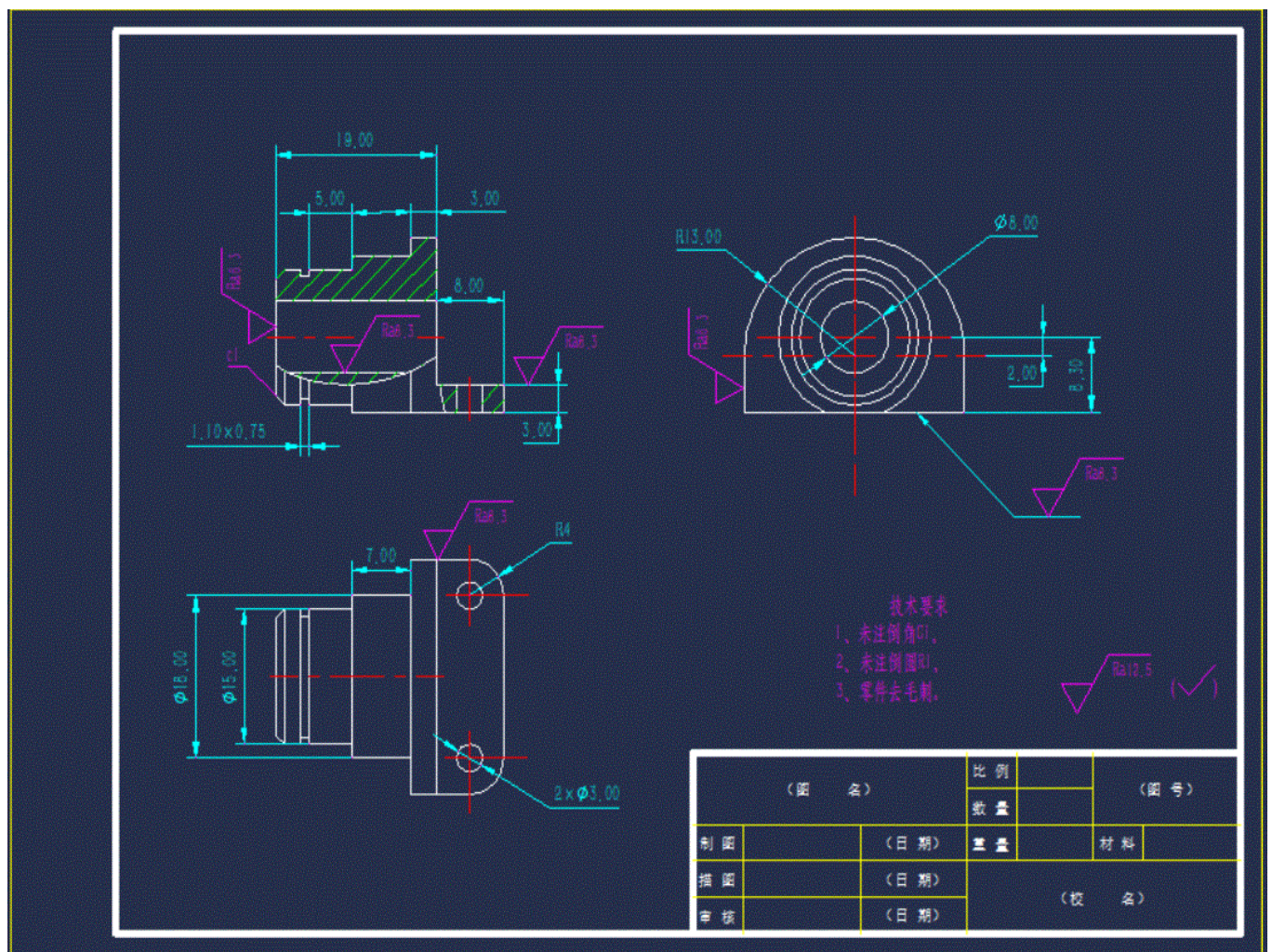
# 第3章 结构设计

## 3.1 结构设计一

### 3.1.1 需求分析

运动时俯仰轴会受到较大的限位冲击，俯仰轴要有较强的刚度，因此在设计轴类零件时对结构合理性要求较高。

### 3.1.2 图纸



### 3.1.3 材料和工艺

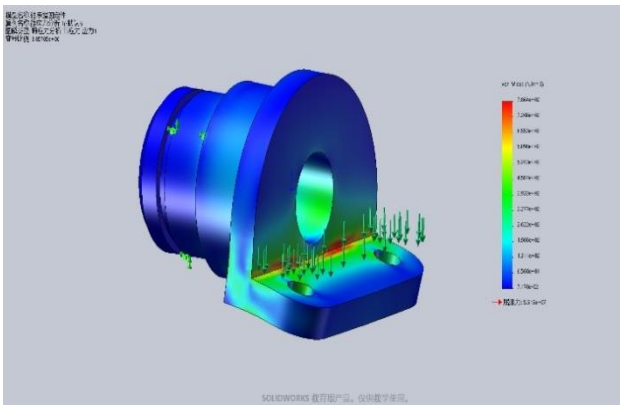
步骤	特征	公差等级	要求	说明	成本
----	----	------	----	----	----

毛培	铝合金6061棒料 直径33mm 长度30mm	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	外圆周车到 31.5mm	IT10	尺寸在要求范围内		根据车削量和工时估计
精车	车削阶梯轴	IT7	尺寸在要求范围内	轴段尺寸为图纸标准尺寸 直角板结构部分留加工	根据车削量和工时估计
铣削	用铣床加工直角半部分结构	IT8	尺寸在要求范围内	零件搞定度图纸尺寸零件	根据车削量和工时估计

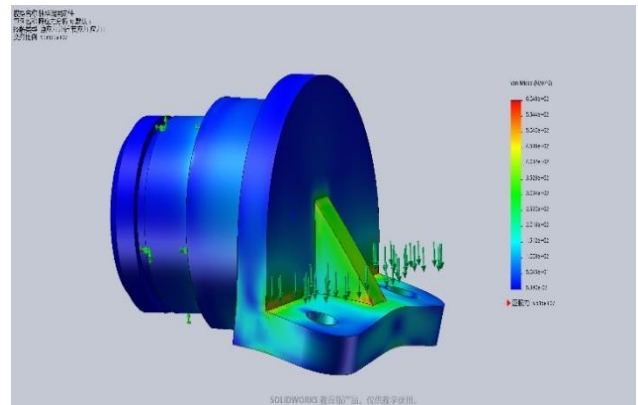
机械加工成本与加工设备种类和加工用时成正比，因此我们应设计零件时应尽量零件结构简单，降低零件的加工难度。上述轴类零件需要车床和铣床配合才能加工完成，将加工阶段分为粗车、精车、铣削三个工序，以增大背吃刀量减少加工次数来降低加工周期很难度来降低零件加工成本。

### 3.1.4 有限元分析

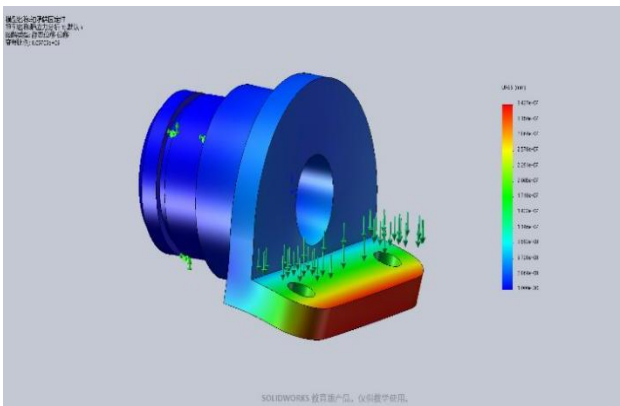
#### 旋转轴强度分析过程



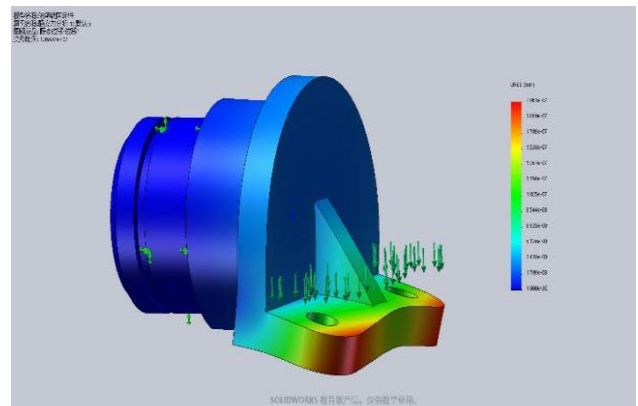
优化前



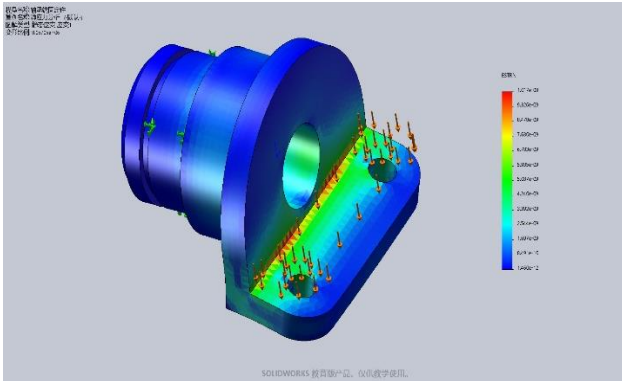
优化后



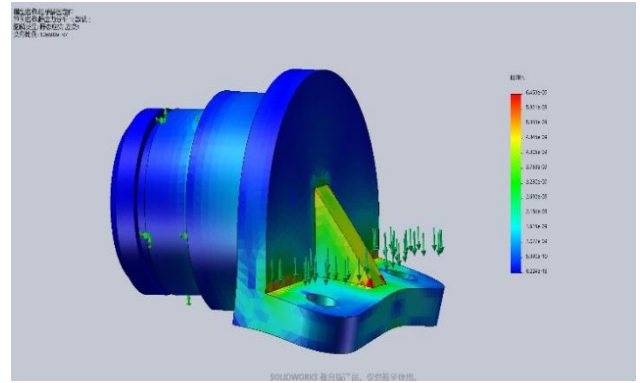
优化前



优化后



优化前



优化后

### 优化思路

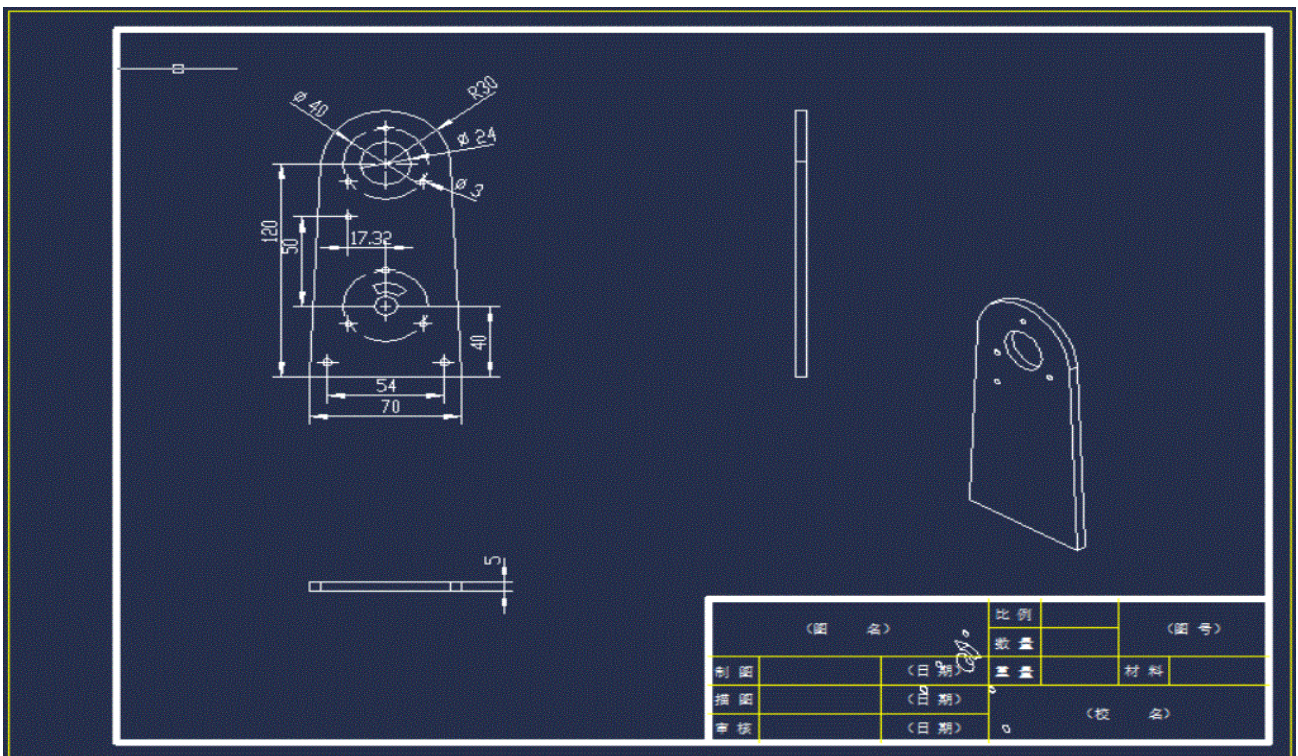
空心轴受力效果较实心轴好很多，抗弯曲能力不较强，90度弯板应力集中严重。加3mm筋板可以降低90度弯板的应力集中现象，如图。由于加了筋板所以空心轴不打通，留3毫米用于金筋板加工。

## 3.2 结构设计二

### 3.2.1 需求分析

步兵云台需要两各旋转自由度，对电机稳定性和强度求比较高。根据以往云台设计，电机装在云台侧边会导致云台旋转离心力较大，对云台的稳定性影响比较严重，俯仰电机安装位置需要靠近云台中心，以减小离心力提高云台稳定性。枪管轴线需要穿过云台俯仰轴，以减小后坐力对云台稳定性的影响。

### 3.2.2 图纸



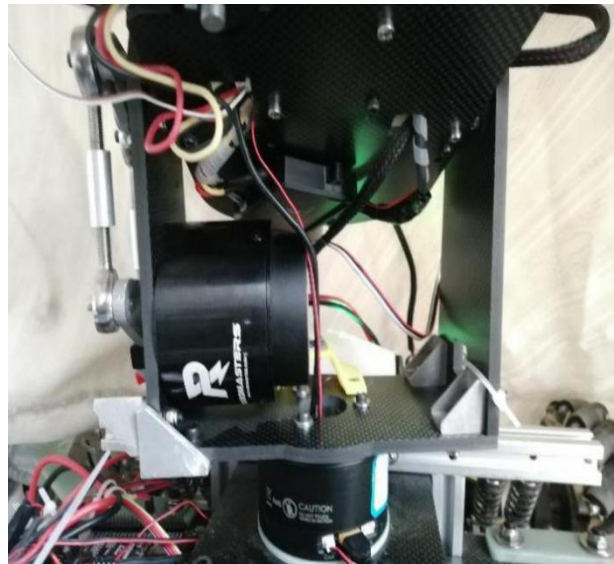
### 3.2.3 材料和工艺

步骤	特征	公差等级	要求	说明	成本
毛培	铝合金 60614mm板材	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)
雕刻机	根据图纸轮廓一 次性雕刻成型	IT7	尺寸在要求范围 内		根据加工时间确 定

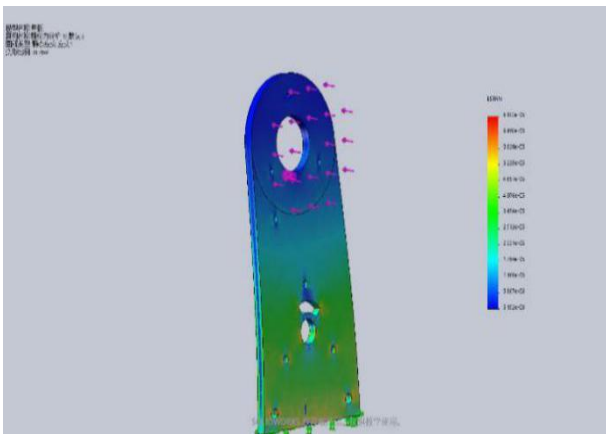
### 3.2.4 有限元分析



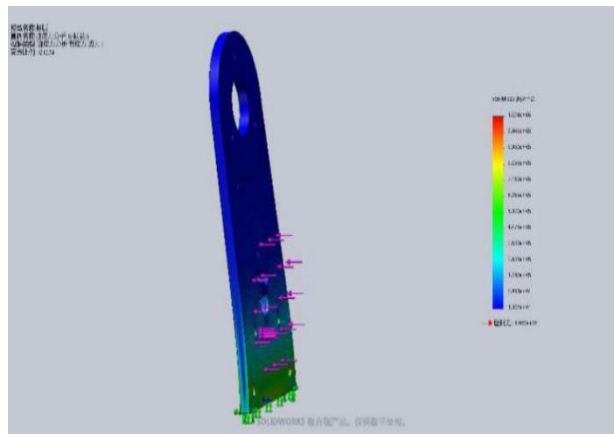
优化前



优化后



优化前



优化后

#### 优化分析

优化前俯仰电机在板外侧固定在云台旋转的过程中离心力较大, 对云台的稳定性影响很大, 将俯仰电机放在板内测靠近固定端后降低了云台重心, 减小了云台离心力, 降低了俯仰电机对云台稳定性的影响。

## 第4章 算法设计

### 4.1 需求分析

装甲检测：检测场景中目标的位置，在目标旋转时保证目标位置的稳定性以及保证系统延时尽可能短，在多目标时，保证打击的一致性。

性能要求：fps 40 识别距离4m 准确率80%

能量机关检测：检测能量机关中目标的位置，对目标位置进行预测。在保证一定的识别速度的基础上，要求预测位置应稳定准确。

性能要求：fps 30 识别距离5m 准确率60%

开发平台：Manifold jetson tx2 系统为ubuntu14.04

### 4.2 方案设计

#### 4.2.1 装甲

1. Kcf跟踪器：在追踪过程中训练一个目标检测器，使用目标检测器去检测下一帧预测位置是否是目标，然后再使用新检测结果去更新训练集进而更新目标检测器。而在训练目标检测器时一般选取目标区域为正样本，目标的周围区域为负样本，当然越靠近目标的区域为正样本的可能性越大。
2. 单目测距：使用opencv的solvepnp函数。我们只要获得特征点的世界坐标（三维坐标）、2D坐标（像素坐标）、相机内参矩阵、相机畸变参数矩阵以上四个参数即可以解得相机与标志物之间的外参（R、T），并以此求得相机的世界坐标。

检测+跟踪

1. 将RGB颜色空间转为HSV颜色空间，进行颜色分割。
2. 根据色相、明度的阈值得到二值化的图像，找到灯条区域。
3. 通过opencv的findContours函数提取二值化图像的轮廓。
4. 通过最小包围矩阵计算各个轮廓，通过长宽比选出最符合条件的灯条。
5. 按照灯条之间的距离和斜率差等关系对灯条轮廓进行筛选，找到装甲区域。
6. 将结果送到KCF跟踪器，对其进行持续跟踪。
7. 计算装甲中心点坐标，传给云台。
8. 若跟踪失败，重新回到检测流程。

#### 4.2.2 能量机关

能量机关的检测使用了基于darknet框架的Yolov3算法，选择网络架构为darknet-53。

主要部分：

1. Yolo算法: yolo仅使用卷积层, 没有使用池化层, 使其成为完全卷积网络。yolo有75个卷积层, 还引入了跳跃连接和上采样层, 而且还用一定步幅的卷积层来对特征图进行下采样。
2. 网络结构: 对于darknet-53, 一方面基本采用全卷积, 另一方面引入了residual结构。由于没有采用池化层, 所以在前向传播过程中, 张量的尺寸变换是通过改变卷积核的步长来实现的。

其他部分:

1. 多尺度预测: 采用多尺度对不同大小的目标检测, 越精细的 grid cell 就可以检测出越精细的物体。最后融合了 3 个尺度, 尺度的大小分别是  $13*13$   $26*26$  和  $52*52$ , 在多个尺度的特征图上做检测。
2. Bounding box预测: 在预测之前, 通过logistic回归得到目标性评分, 即该位置是目标的可能性。通过这个方法可以去掉不必要的anchor, 减少计算量。

简要流程:

1. 对输入图像提取特征, 得到特征图
2. 将输入图像分为若干grid cell
3. 在每个grid cell上预测3个bounding box
4. 计算最大IOU的bounding box
5. 计算待击打大装甲中心的坐标
6. 将坐标发送至云台

## 4.3 算法对比与性能分析

### 4.3.1 算法对比

方法一: 单检测

1. 根据色相、明度的阈值找到灯条区域。
2. 通过opencv提取灯条轮廓。
3. 按照平行和比例关系对画面中的灯条轮廓进行筛选, 找到装甲区域。
4. 如果检测到装甲, 接下来几帧只在这一帧的结果附近区域检测。避免视野中有多个敌方装甲时锁定混乱的问题。

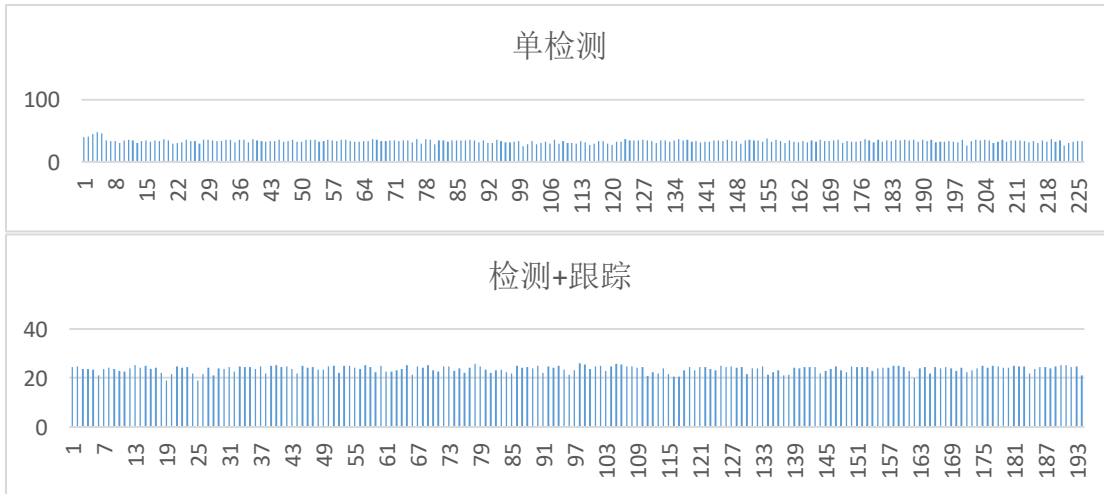
方法二: 检测+跟踪

1. 根据色相、明度的阈值找到灯条区域。
2. 通过opencv提取灯条轮廓。
3. 按照平行和比例关系对画面中的灯条轮廓进行筛选, 找到装甲区域。
4. 将结果送到KCF跟踪器, 对其进行持续跟踪。
5. 直到跟踪失败, 重新回到检测流程。

### 4.3.2 性能分析

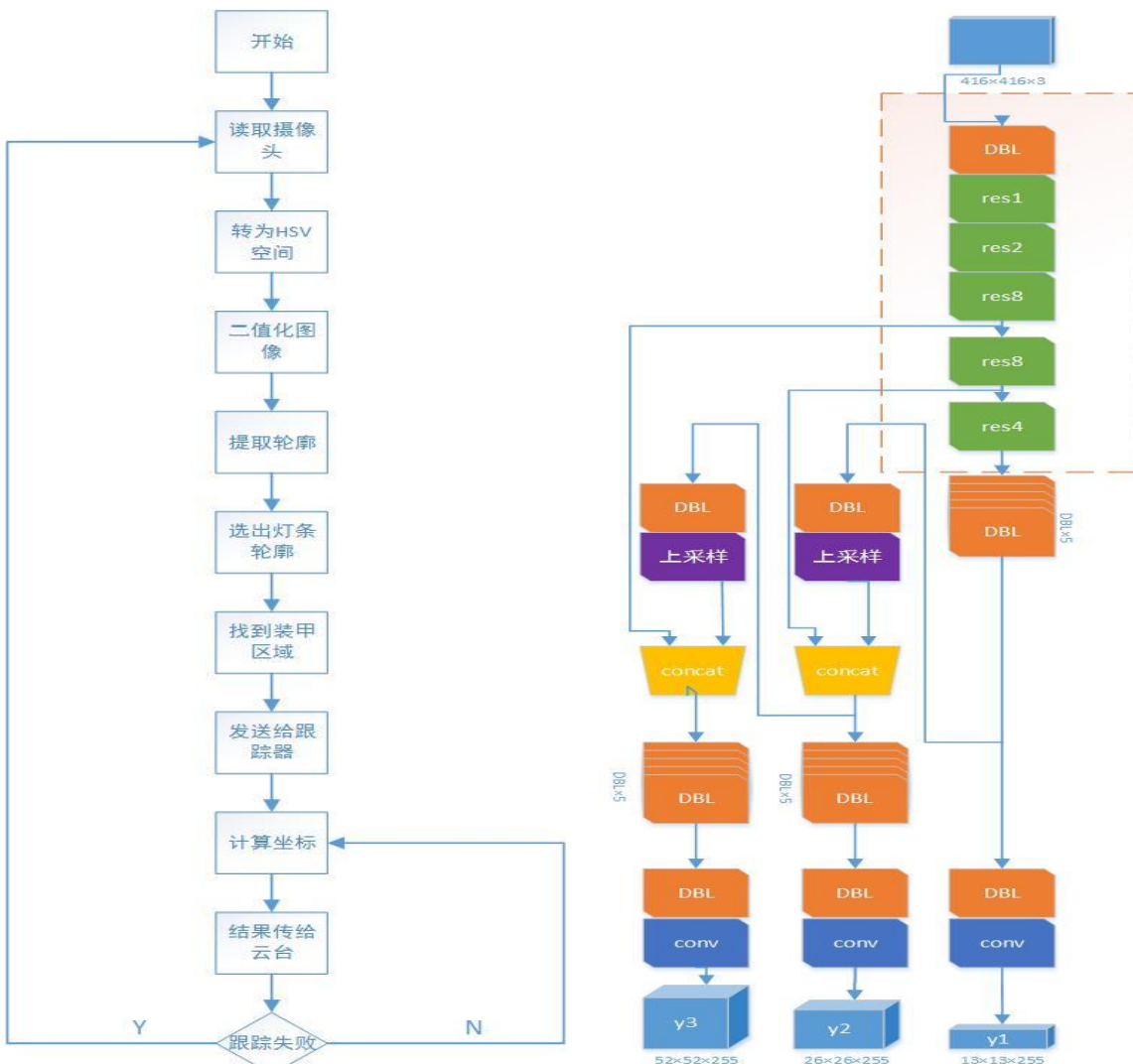
Fps:





采用单检测方法，速度略快于检测+跟踪，两者速度均可满足实时处理的要求。但采用检测+跟踪方法最大的优势在于，当受到光线干扰，或者场景中出现多个敌方装甲时，可以保证较高的检测率。引入跟踪器后，检测+跟踪的方法依然可以保持一定的处理速度，所以我们最终选择了这种方法。

## 4.4 算法流程



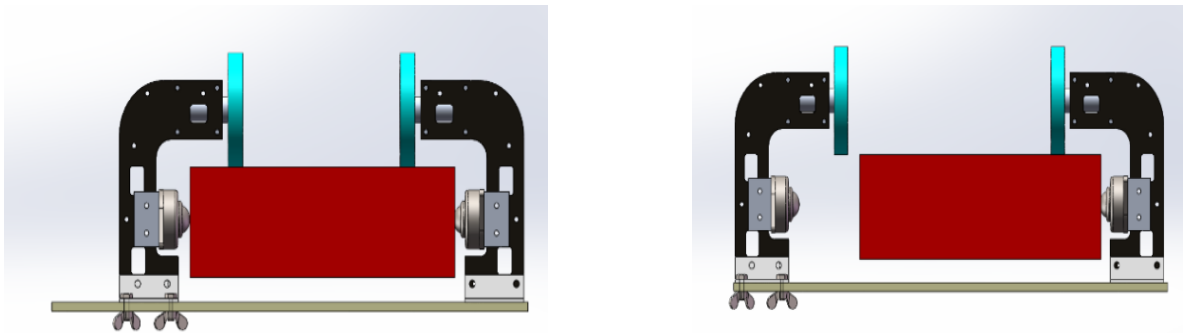
## 第5章 人机工程分析

### 5.1 倒角处理

在所有机器人的机械设计过程中，人机工程主要体现在安全防护方面。机器人的设计过程中各零件锐边都加了倒角做防割手处理。

### 5.2 方便拆卸

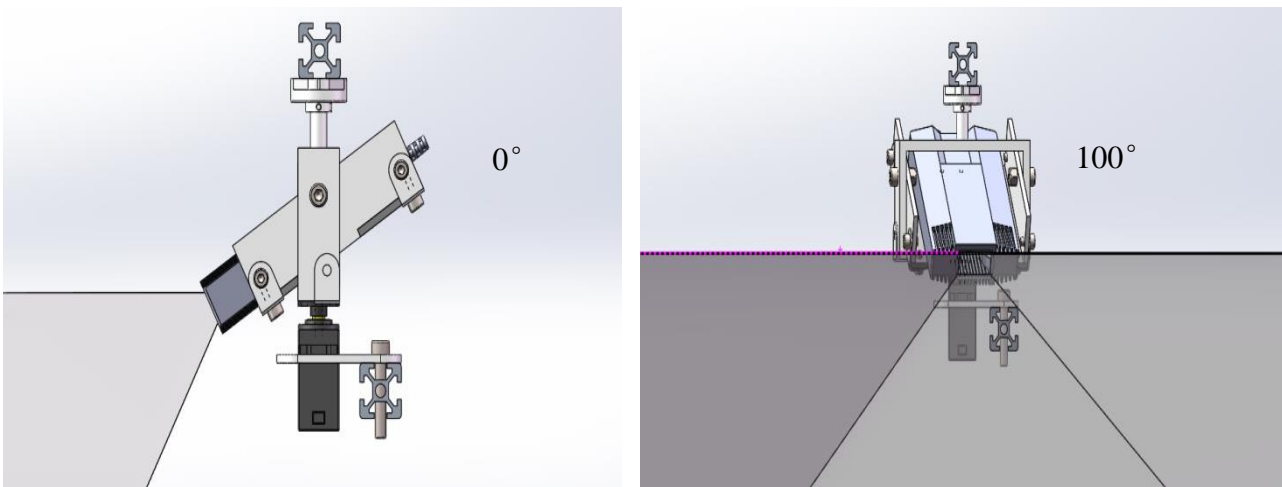
哨兵机器人在赛后需将其拆下，在设计哨兵机器人时为实现快速的装拆，因此采用滑动的方式。由于哨兵机器人的夹紧装置拆卸方便，使得我们维护和调试方便，大大减轻了人的工作负荷；该方式稳定性高，安全性高，不容易发生脱落轨道，伤害到调试人员。

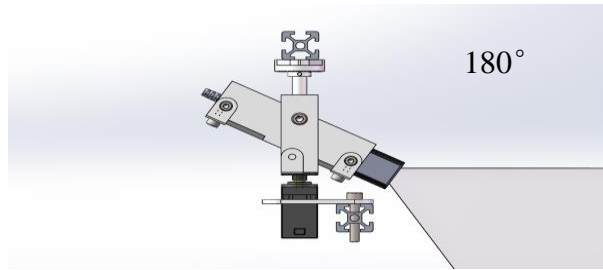


### 5.3 视野可调

图传模块：

模块固定在通过角件连接的玻纤板基座上，通过U型连接架与舵机进行连接，U型架可以提前确定模块俯仰最舒服的视角固定，舵机水平改变三个角度 $0^{\circ}$ 、 $100^{\circ}$ 、 $180^{\circ}$ 以满足操作手对取弹、送弹、登岛过程的视野需求。





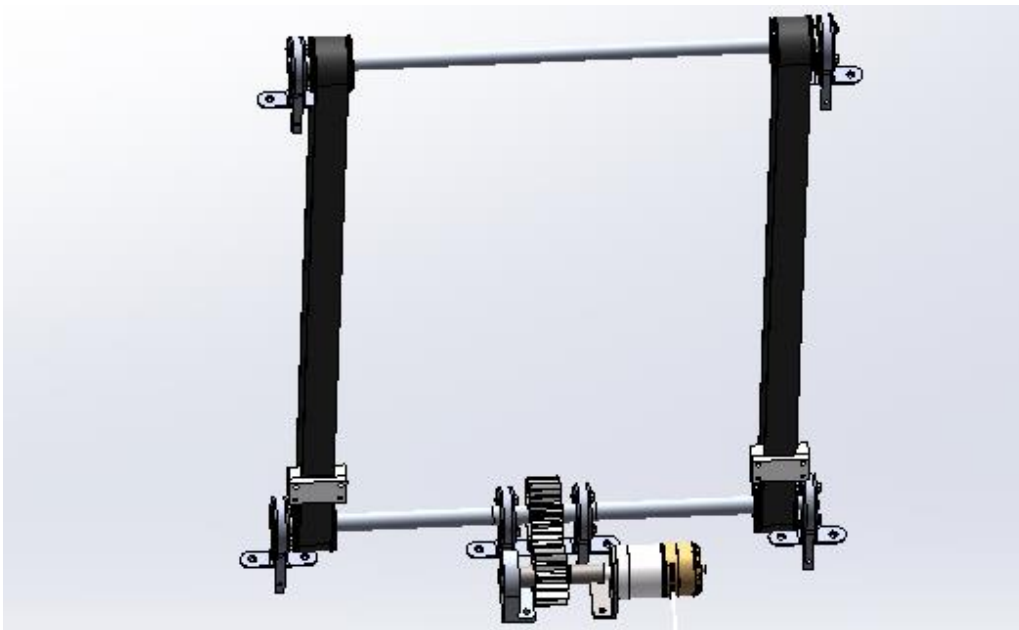
## 第6章 科学设计方法

工程机器人在比赛中有一个主要的功能是登上资源岛为英雄机器人获取大弹丸，而工程上岛有两种方法可以选择：1、在资源岛一侧的两级台阶进行登岛；2、使用在资源岛另一侧的上岛立柱进行登岛。就此两种方式进行对比，相比之下抱住的方法更加直接。

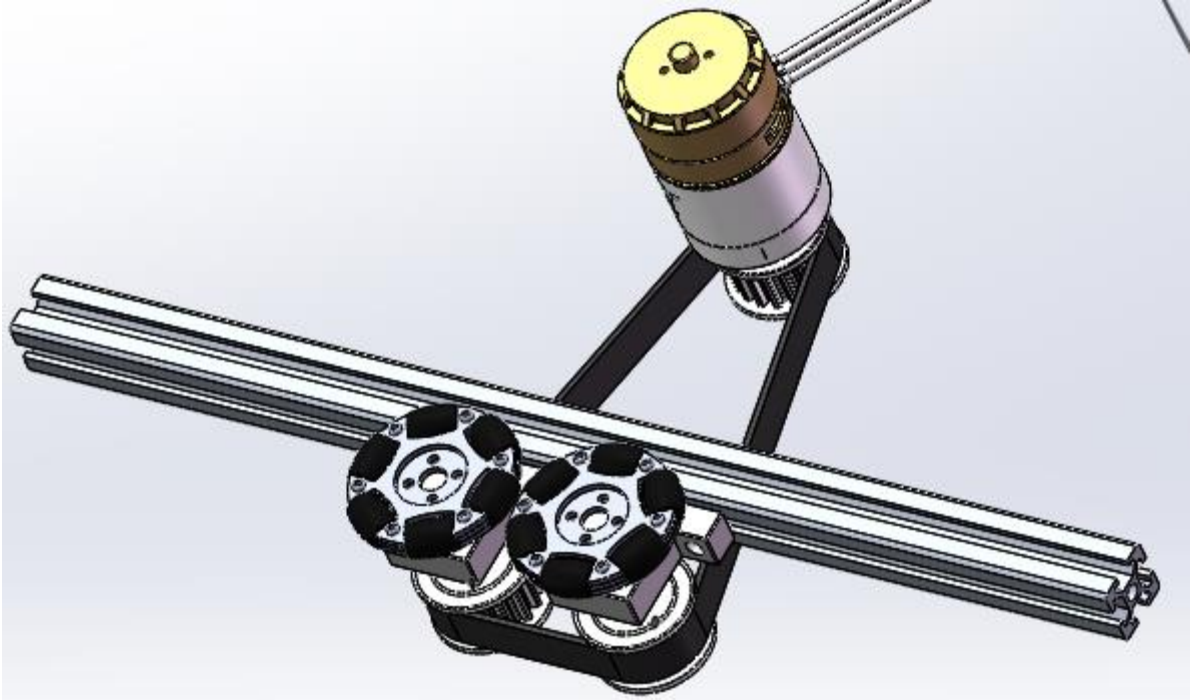
抱柱上岛首先需要依靠柱子将整个工程机器人抬升到一定的高度，然后将机器人旋转到资源岛的上方。能将机器人抬升起来的动力源有电机和气缸两种。

一、因为气缸最快最直接首先考虑气缸，使用一个气缸，在 0.7Mpa 的工作气压下，要将整个机器人抬起来所用气缸缸径最小为 25mm，它的外径为 40mm，要使机器人能上岛气缸的行程要在 400 以上，但气缸行程比 400 长的只有 500，而这种型号的气缸总长为 664mm 质量为 1kg 左右，重量太大；其次气缸体积太大长度太长容易尺寸超限且没有一个合适的行程，而且气缸的行程不可控。

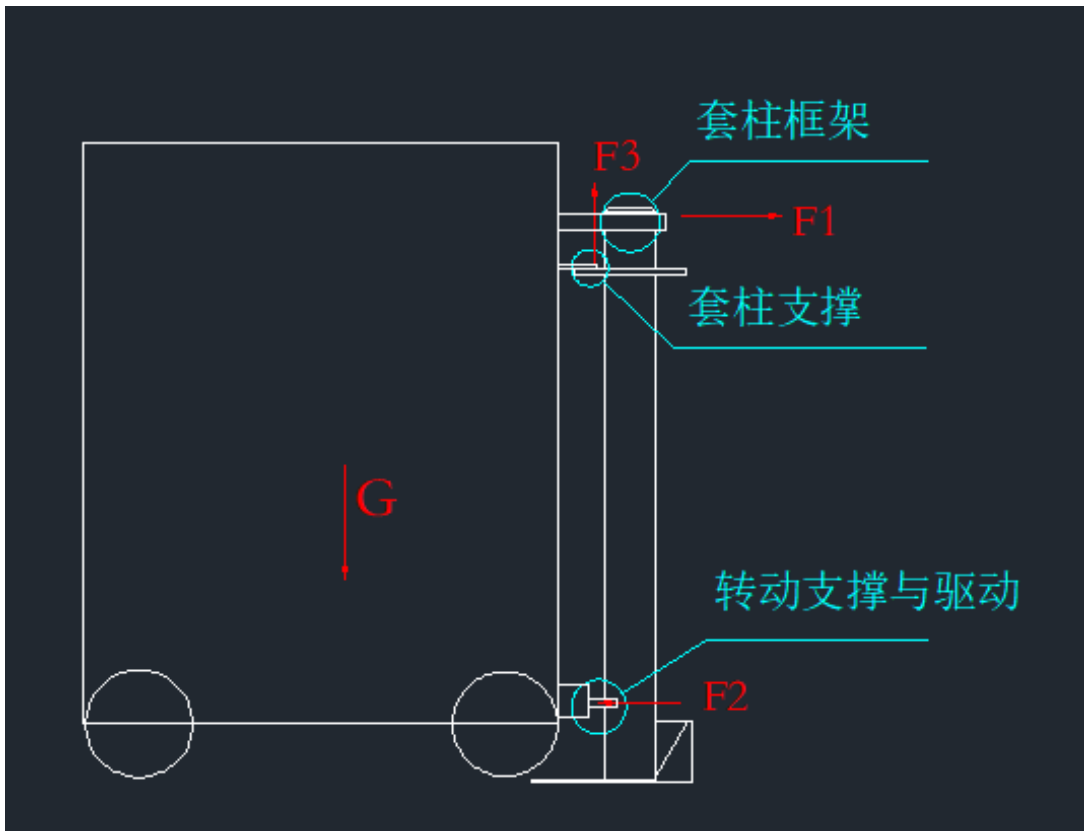
二、以电机作为动力源有四种方式：1、电动推杆；2、滚珠丝杠；3、链条；4、同步带。电动推杆、滚珠丝杠速度太慢而且重直接 pass，链条和同步带都用两个电机驱动速度一样相比之下同步带更轻而且性能和链条不相上下。使用两个 3508 电机作为动力源，电机的持续输出扭矩为 3N/m，经过计算每一个电机输出到一侧同步带，一侧的同步带将获得 277N 的拉力，两侧将会有 554N 的拉力用来抬升整个工程机器人，是完全可以轻松将整辆车拉起来。3508 电机在输出扭矩为 3N/m 的时候转速为 469rpm，每驱动同步带走一个周期只需要 2 秒。为了增加电机转动力矩使用小齿轮驱动大齿轮。



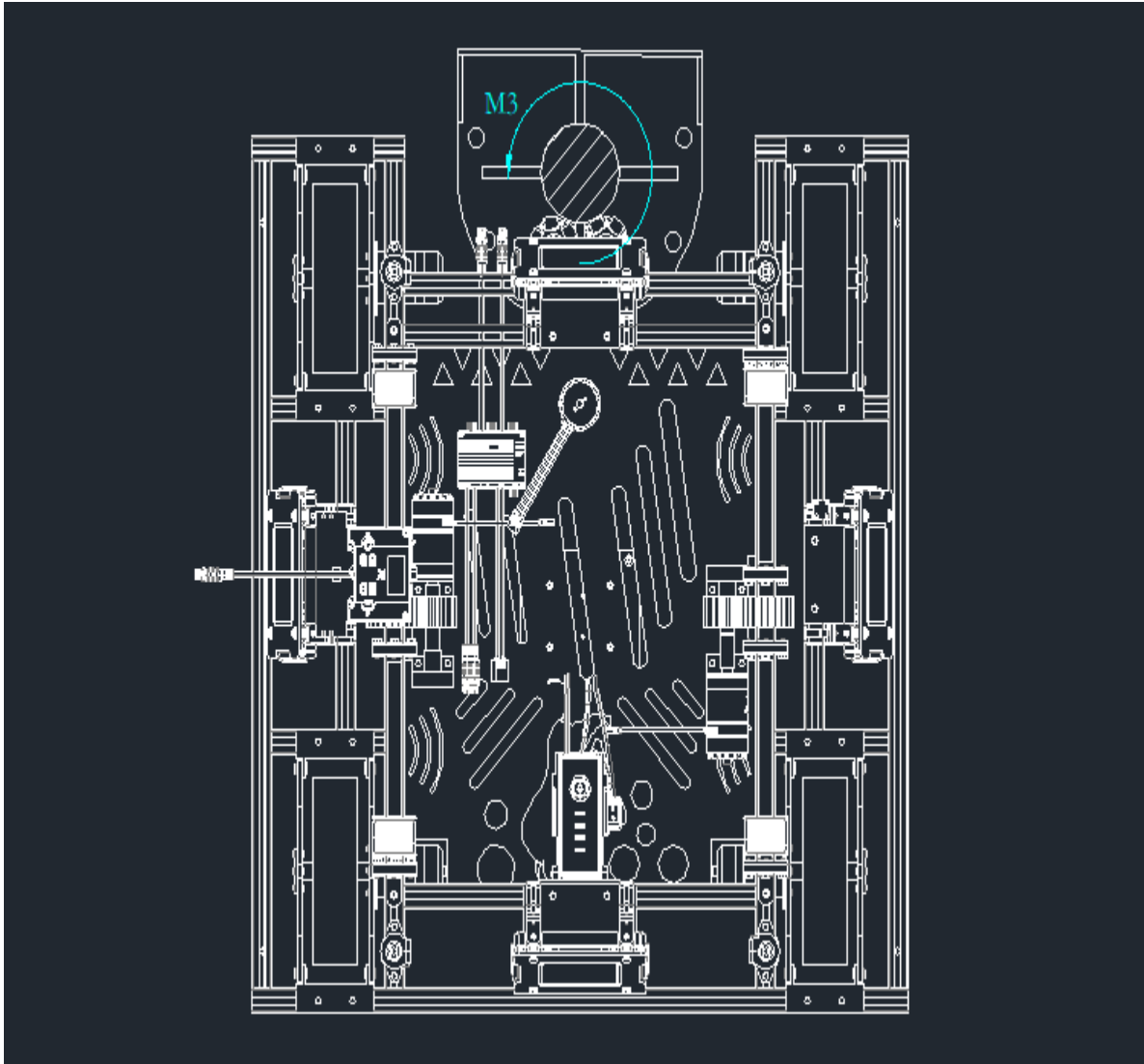
现在已满足了抱柱上岛的第一步,但想要完成上岛工作还需将机器人旋转到资源岛上方,利用下图所示机构。工程机器人上岛的时候两个全向轮会紧靠在上岛立柱上,随底盘的抬升沿着柱子向上滑,此时将全向轮的特点完全发挥了出来,使机器人和柱子之间虽然接触但几乎没有摩擦力;当机器人底盘被抬升高于资源岛一定距离后,由电机驱动两个全向轮将机器人转到资源岛上方。



当机器人在柱子上的时候有三个支点,柱子最上端的柱面上一个,圆盘上一个,以及下方,全向轮和柱子接触的地方一个支点;因为重力的缘故机器人会有绕着圆盘上的支点转动的趋势,所以全向轮对柱子有一个很大的正压力( $F_2$ )使它能够滚上柱子从而将机器人转到资源岛上方。



将整车作为研究对象；套柱支撑点作为作用点，整车重力为  $G$ （取设计最大重量  $35\text{kg}+3.5\text{kg}$ ）对作用点产生一个向下的力和逆时针方向的力矩  $M_1$ ；套柱框架处产生的向右的力  $F_1$  与转动支撑与驱动点的向左的力  $F_2$  形成一对力偶等效为力矩  $M_2$  来平衡力矩  $M_1$ ，在套柱支撑点产生一个向上的力  $F_3$  来与重力产生的向下的力平衡。



两个全向轮提供转动动力矩  $M_3$  使工程车抬升到预定高度之后转动  $180^\circ$  到达取弹平台。

## 第7章 科学实践改进

### 7.1 测试需求

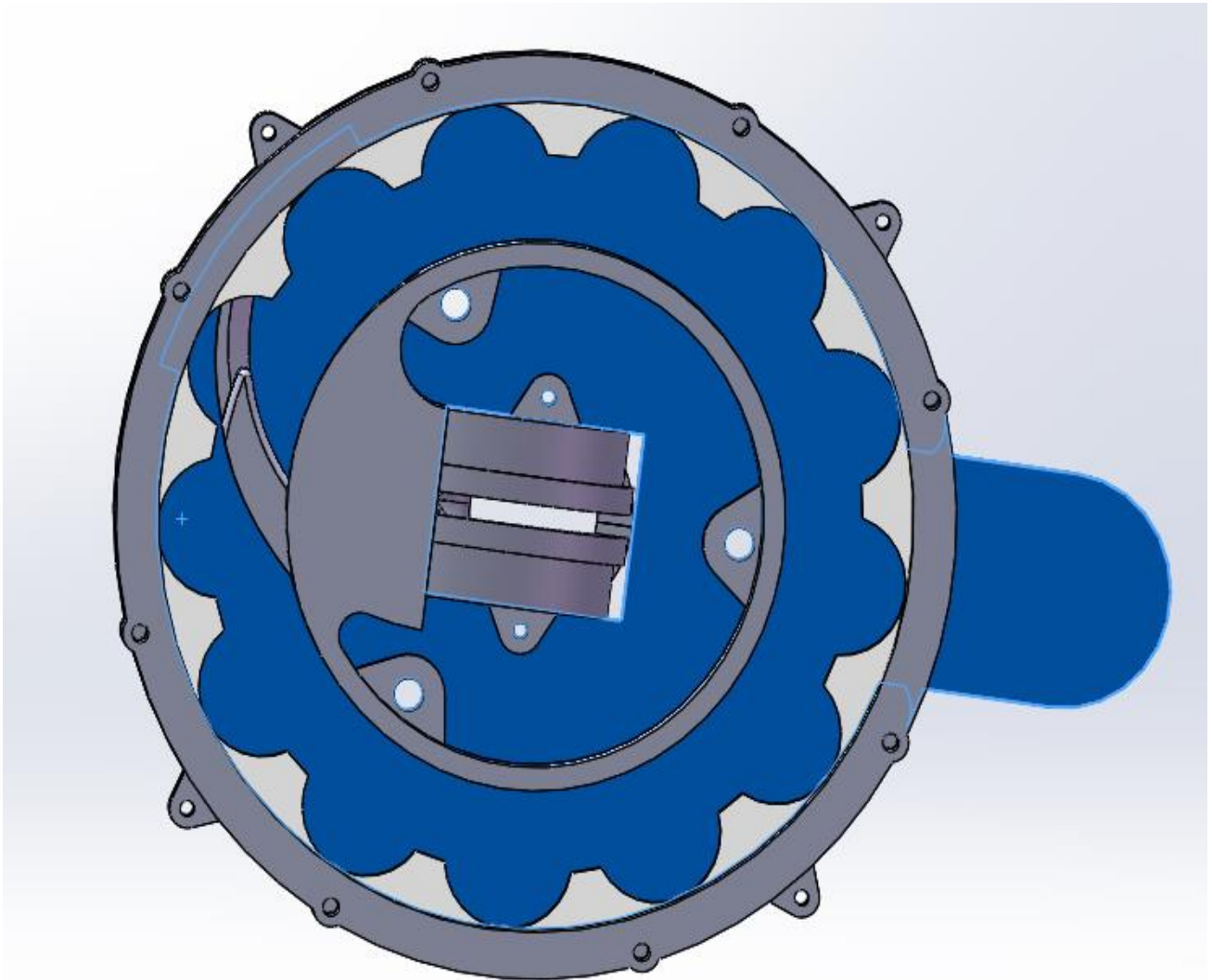
以拨弹机构为例：

机器人作为比赛的重要部分，发射机构就变得极为重要。拥有稳定快速的供弹机构，是比赛胜利的关键所在，团队经过讨论一致认为，改进重点为设计出一种切线出弹方式。

内容：利用3D打印将实验所需拨盘做出来，并用一定数量的17mm弹丸进行测试。

结论：不同射频下的卡弹概率，以及改变速度对卡弹的影响。

## 7.2 测试方案

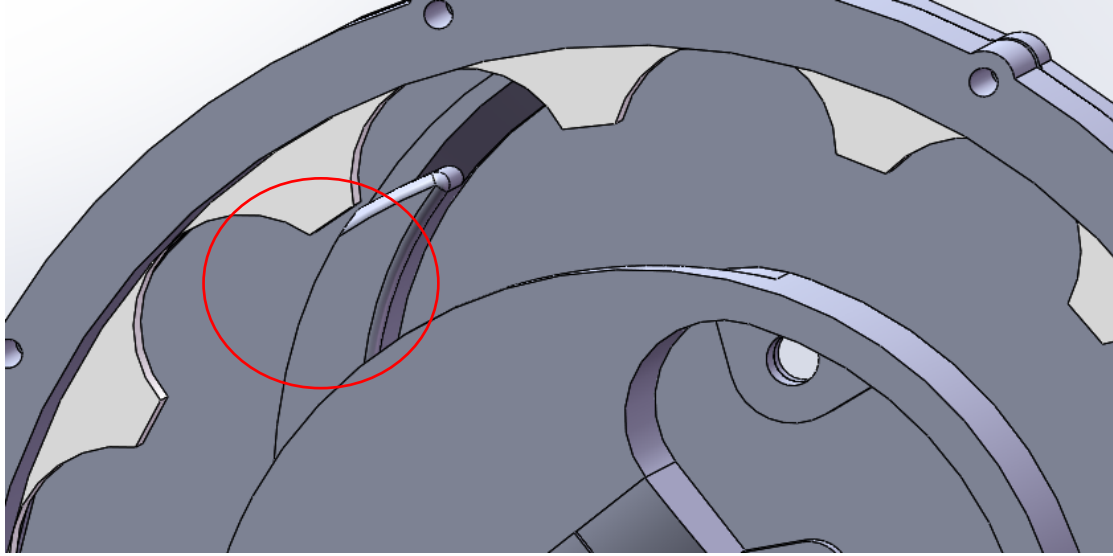


测试需保证拨弹轮的打印精度，我们用300发17mm的弹丸通过改变电机的速度，测出对应速度下的射频及卡弹概率。采用的是控制变量的方法，对本拨弹盘进行试验。（注：如果卡弹，下一次计时从卡弹时的时间继续）

## 7.3 测试结果记录

电机 闭环速度	变量	子弹数量	时间	每秒出弹数量	卡弹. 概率
800		300	35	8	3.2%
1000		300	30	10	1.6%
1500		300	20	15	2.3%

## 7.4 结果分析



经过测试发现无论速度怎样调节，都存在一定的卡弹现象，进弹口挡弹板是卡弹的主要原因，结构不合理，上方子弹不会在入弹口掉下去，同时也会形成硬接触。

## 7.4 优化改进

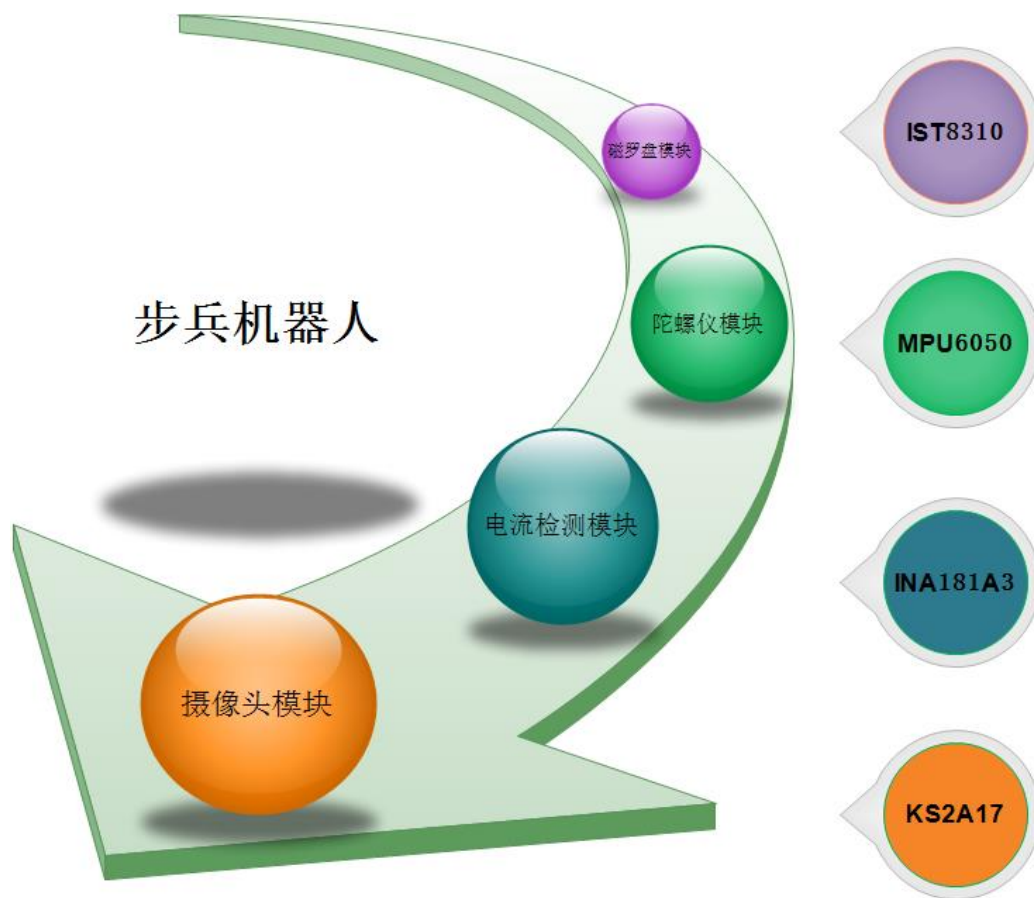
经过讨论，我们认为在进弹口加上柔性材料以此来解决卡弹问题，当过多的子弹到达进弹口时会被弹开，减少卡弹现象。我们以皮筋做实验，改进后具体测试结果如下：



电机 闭环速度	变量	子弹数量	时间	出弹数量	卡弹概率
800		300	35	8	1.7%
1000		300	30	10	0.56%
1500		300	20	15	1.2%

优化改进之后明显看到卡弹概率下降了。

## 第8章 传感器选型



摄像头模块 KS2A17

陀螺仪模块 MPU6050

磁罗盘模块 IST8310

电流检测模块 IAN181A3

选型:

MPU6050 六轴传感器, 可准确追踪快速与慢速动作, 并且可程式控制的加速器全格感测范围为 $\pm 2g$ 、 $\pm 4g$ 、 $\pm 8g$  与 $\pm 16g$ 。SCL 和 SDA 是连接 MCU 的 IIC 接口, MCU 通过这个 IIC 接口来控制 MPU6050, 另外还有一个 IIC 接口:AXCL 和 XDA, 这个接口可用来连接外部从设备。

目的: 云台姿态解算, 步兵机器人机身姿态感知。



选型:

电流灵敏放大器 INA181A3, 双向低侧和高侧电压输出电流检测放大器。双向电流检测功能, 精度:  $\pm 1\%$  增益误差 (最大值),  $1\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  温漂 (最大值)。

目的:

精密电阻采样, 电流放大, 进行功率控制。

选型:

三轴地磁传感器 IST8310, 将磁场及其变化的量转变成电信号输出。

目的:

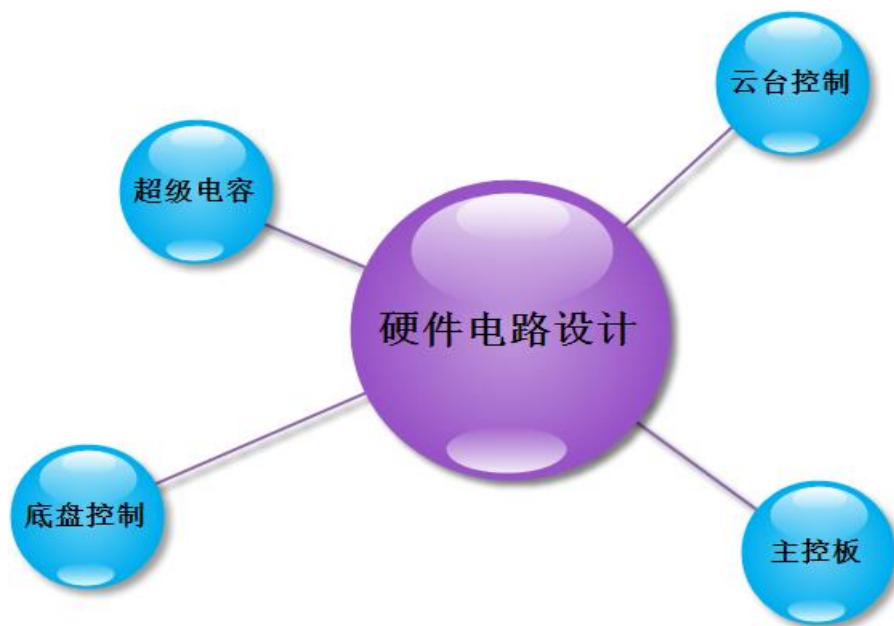
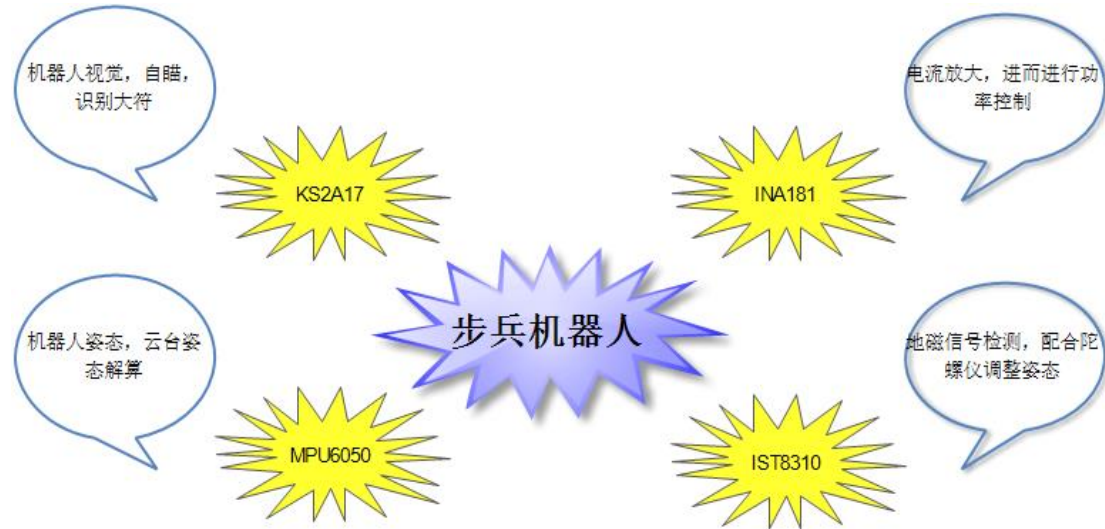
检测地磁信号, 与 MPU6050 组成九轴传感器。

选型:

KS2A17 高分辨率 200 万像素摄像头, 最高分辨率 1920x1080, 支持 Windows XP, 7,8,10, 手动调焦。

目的:

步兵视觉, 实现自瞄及识别大符功能。



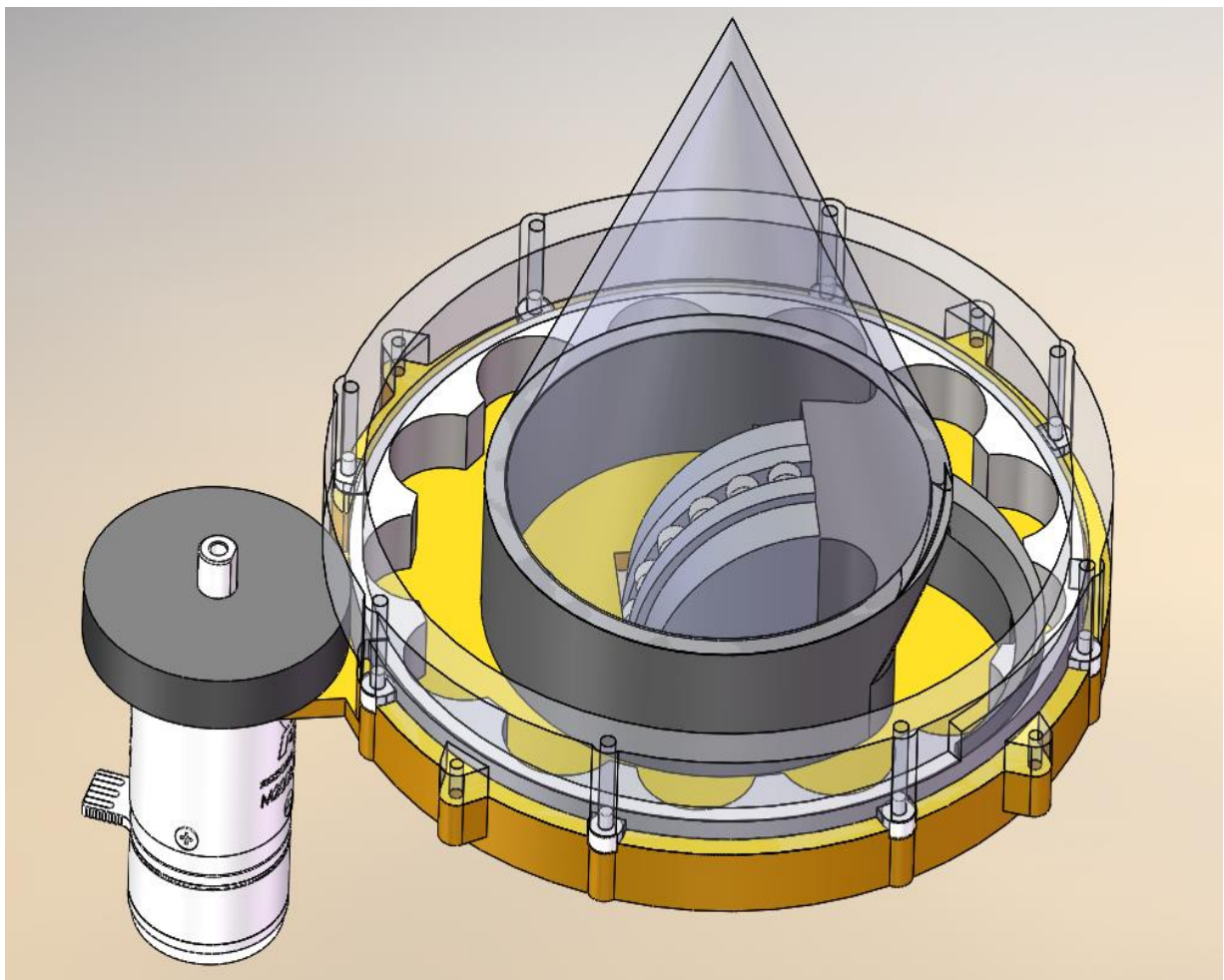
## 第9章 创新性

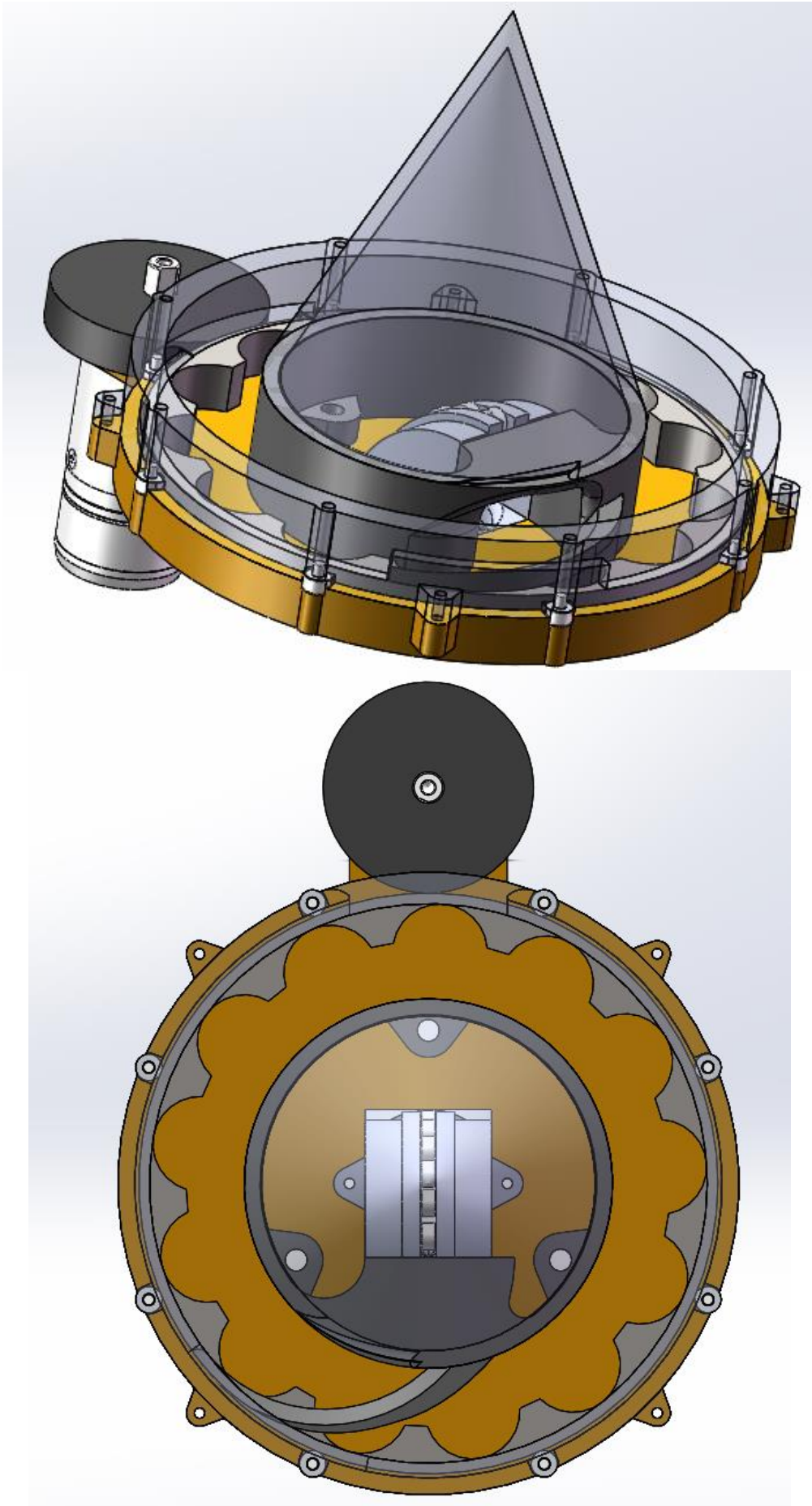
### 9.1 无人机拨盘创新的目的

以无人机云台拨盘为例,为获得更高的射频我们采用平面供弹方式。子弹在发射一段时间以后总质量会减轻,为保证云台及弹舱的质量及几何中心于无人机中心线对称,因此特设计出内切供弹拨盘,因此选用下供弹的方式给无人机供弹。

### 9.2 核心创新点

- 1、采用子弹由外圈向中心靠拢的再由中间送出拨弹的方式。
- 2、因由中间出弹,中间无法安置拨盘电机及旋转拨盘,因此采用外圈旋转的拨盘,并由转盘外侧由拨盘电机带动摩擦轮来提供动力。
- 3、为减小转盘与拨盘外壳的接触摩擦,因此在拨盘外壳上有8个微型轴承来对转盘进行约束定位。





## 第10章 外观设计

本次红柳猎人战队所有战车均采用以矩形、梯形等棱角分明的几何结构，利用几何结构给人带来的理智，秩序，端正，简洁的感觉，使整体的机械设计显得清晰明了、大气简约。在战车色彩上未做过多设计，基本采用材料本身的颜色，整体以金属白色与黑色为主，意在体现战队朴素、沉稳、严谨的特点；同时又少量点缀有翡翠绿，嫩黄等鲜艳亮色，使战车色彩不至于太过单调乏味，又不过于花哨。

