

RMUL黑龙江站区域交流会01

寒假备赛情况交流及步兵 机械结构分享

哈尔滨工程大学
Nooploop创梦之翼战队
队长 李力奇
机械组 李昊

步兵机械结构设计

哈尔滨工程大学

李力奇 李昊

云台部分

基本需求分析:

- 1.yaw、pitch轴的基本活动性
- 2.能补给子弹，能打子弹
- 3.结实可靠，设计合理

- 其他要求：合规安装裁判系统，制造简单，材料便宜，集成度高，部分零件可与其他兵种通用



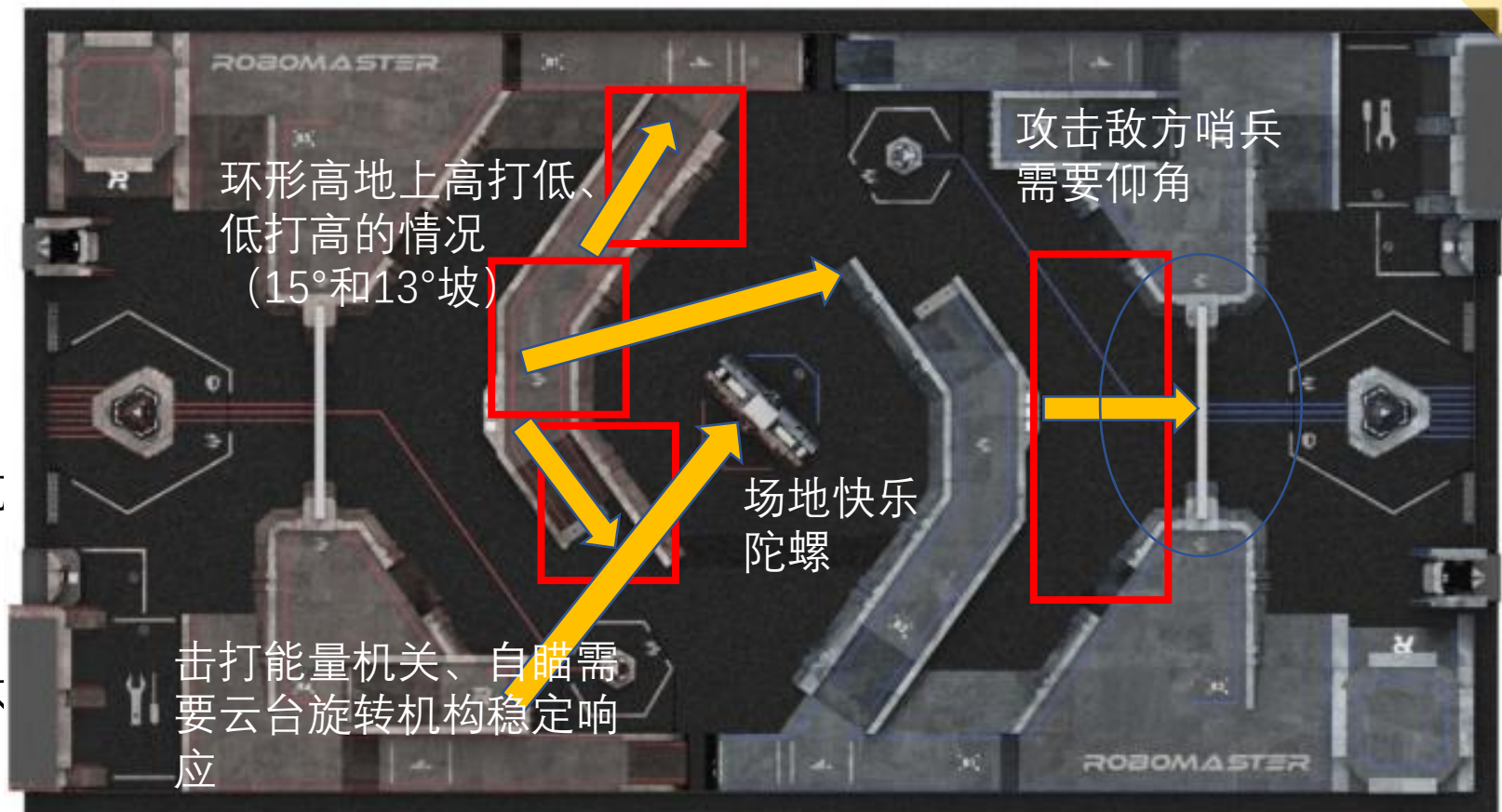
飞坡翻车之后.jpg

基本需求分析:

- 1.yaw、pitch轴活动性:
Yaw轴能做到全向连续旋转
仰角 30° 以上, 俯角 20° 以上

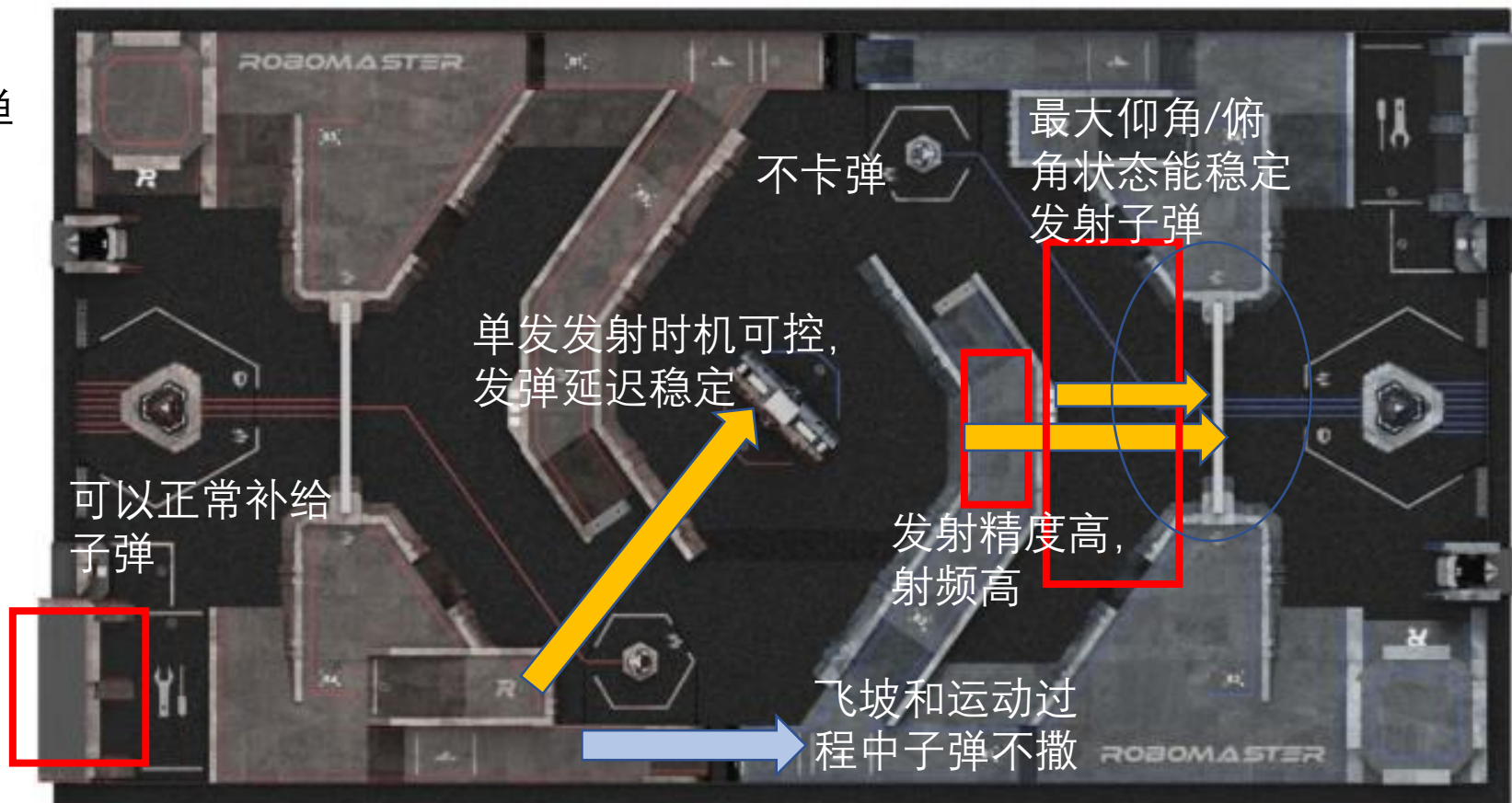
如果弹道欠佳, 增大仰角,
在盲区攻击哨兵不失为对抗
哨兵的良策

云台转动惯量尽可能小, 不
要有空程



基本需求分析:

- 2.能补给子弹, 能打子弹



基本需求分析:

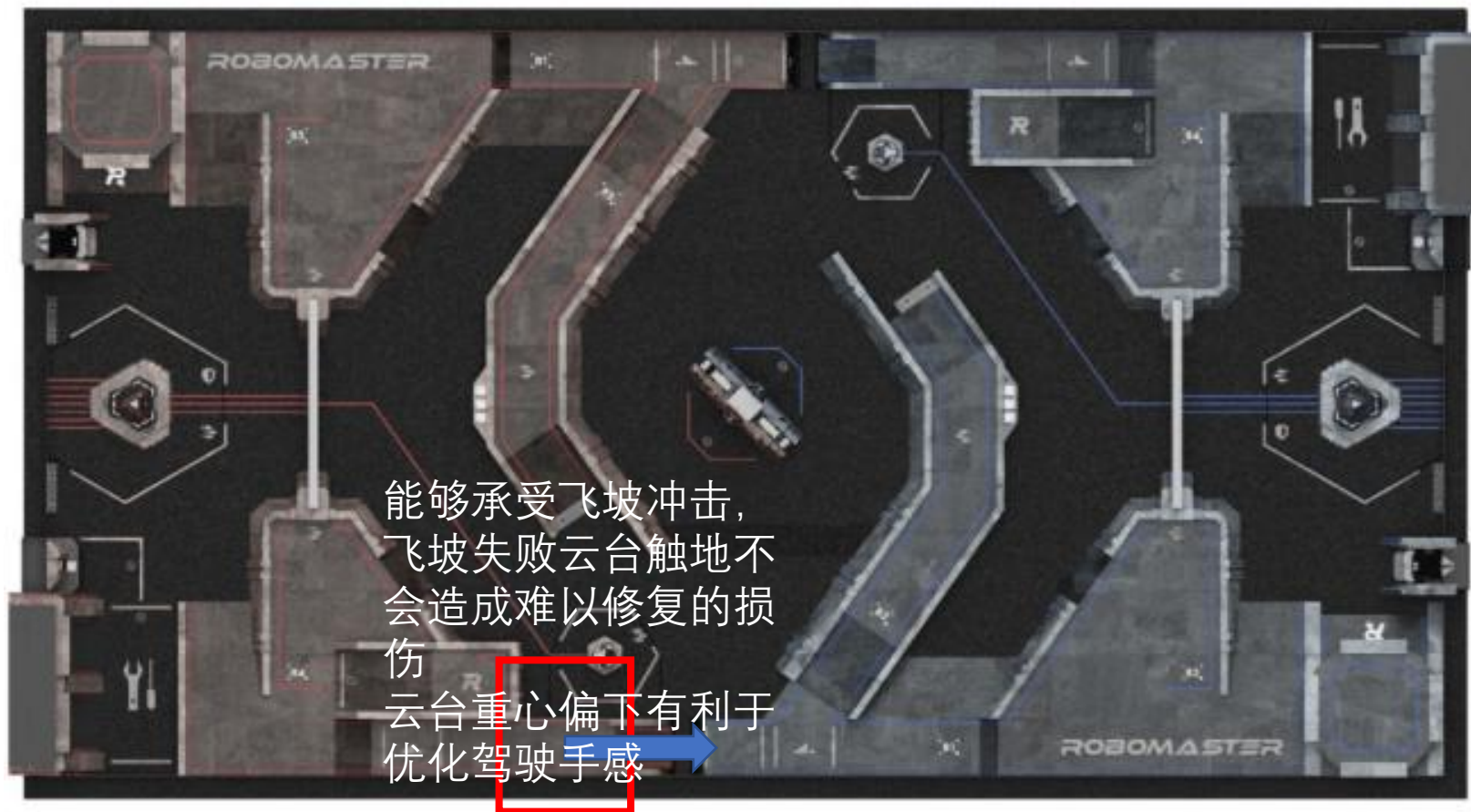
- 3.结实可靠, 设计合理

摩擦轮、控制板、摄像头等脆弱部位做好防护

飞坡失败不会造成过大损伤

装配简单, 零件使用寿命长、方便更换; 云台布线空间安排合理

机器人耐运输



方案设计：发射机构

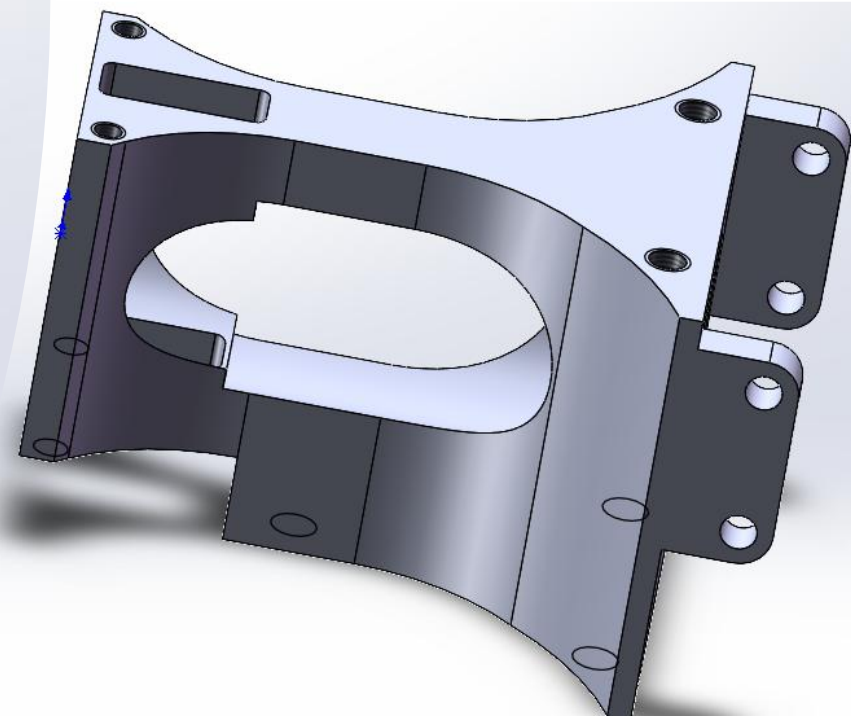
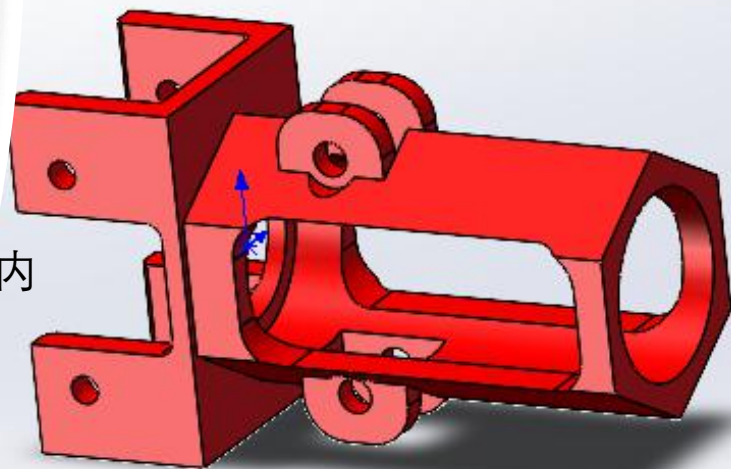
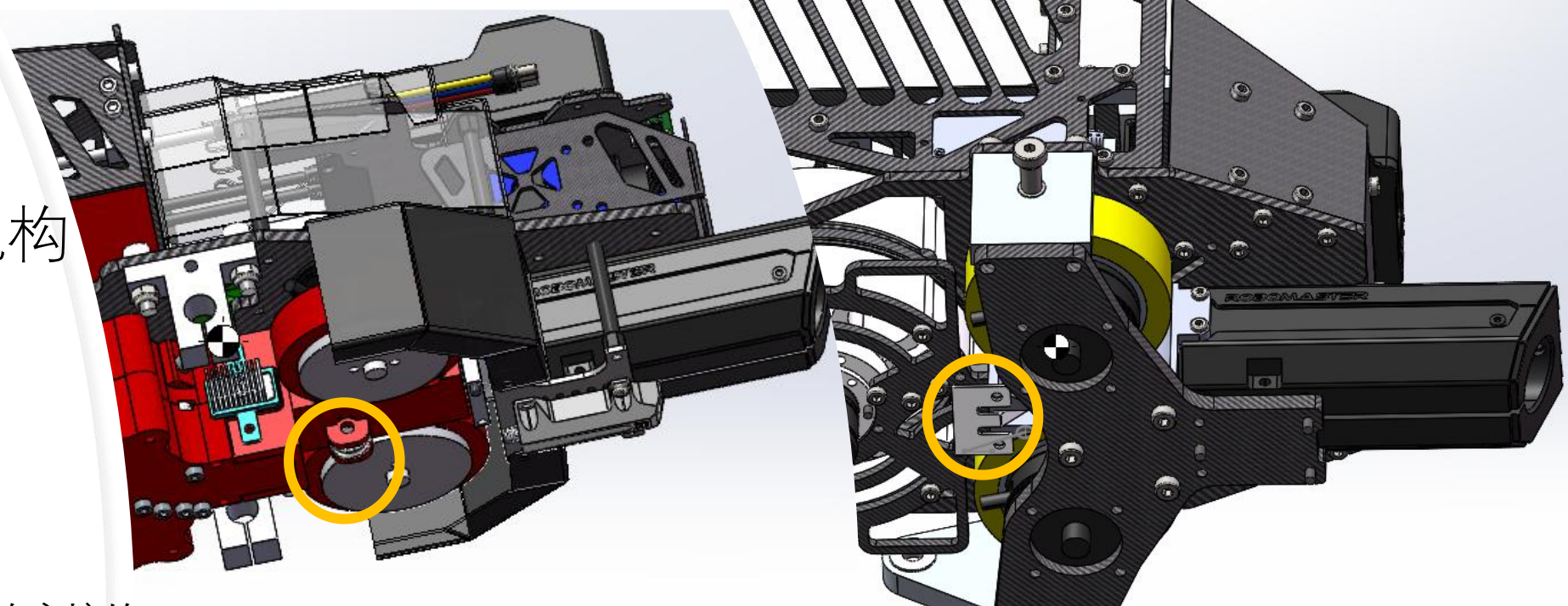
关键结构：子弹预置限位

为实现30m/s弹速，目前主流的摩擦轮采用3508电机直驱。

发射过程中的能量转化：

摩擦轮初始旋转动能 =

摩擦轮发射后旋转动能 + 摩擦产生的内能 + 子弹动能

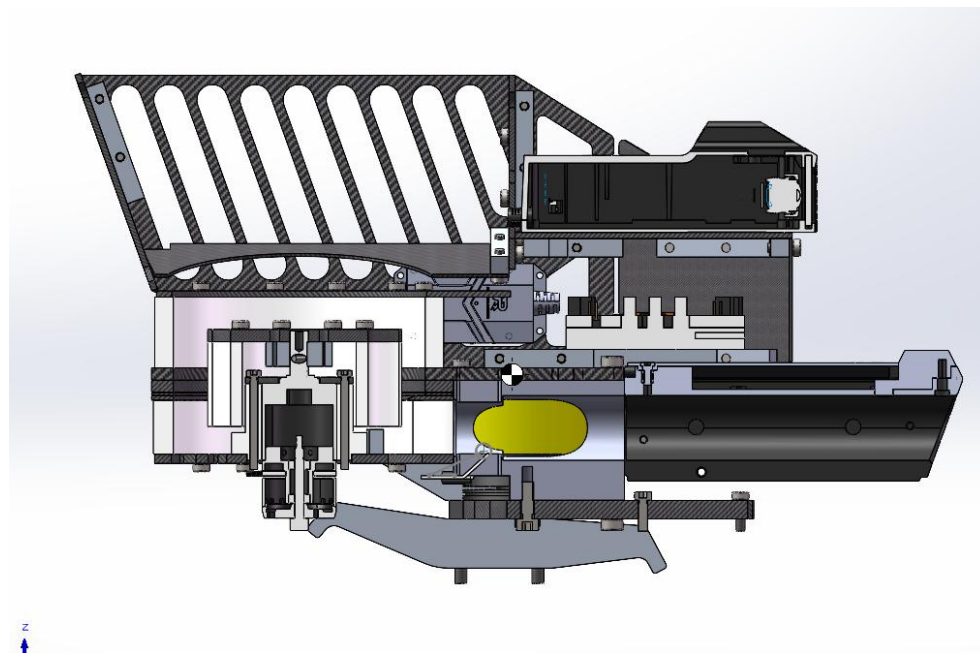


方案设计： 供弹机构



半下供机构

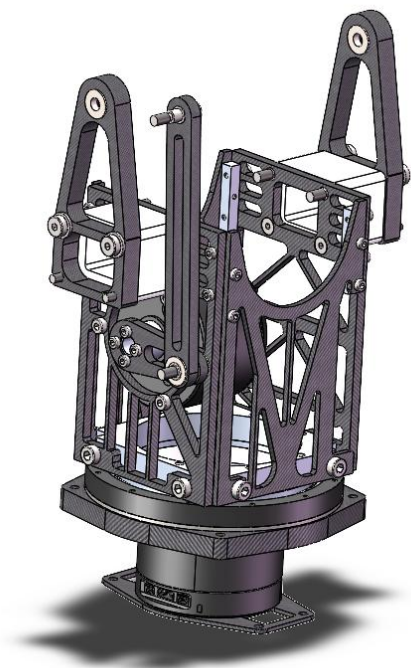
优势:供弹效果不受云台俯仰影响,
子弹不会给p轴电机带来负载



上供机构

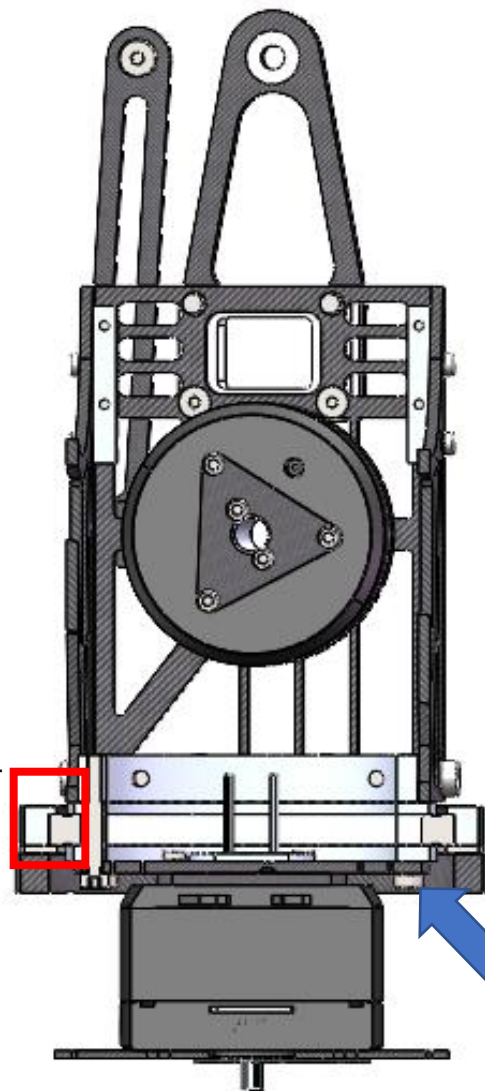
优势:集成化程度高,发射延迟短,可减
小yaw轴转动惯量

方案设计:云台臂及云台座

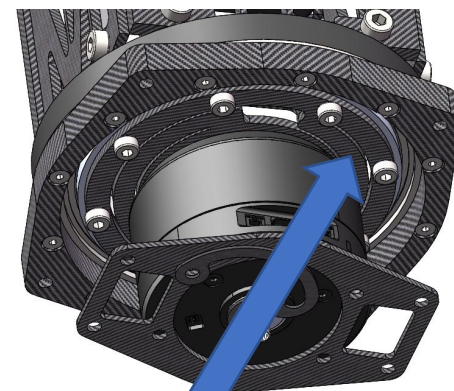


6020电机直接驱动yaw轴
P轴6020电机置于云台臂内
侧，可减小yaw轴转动惯量

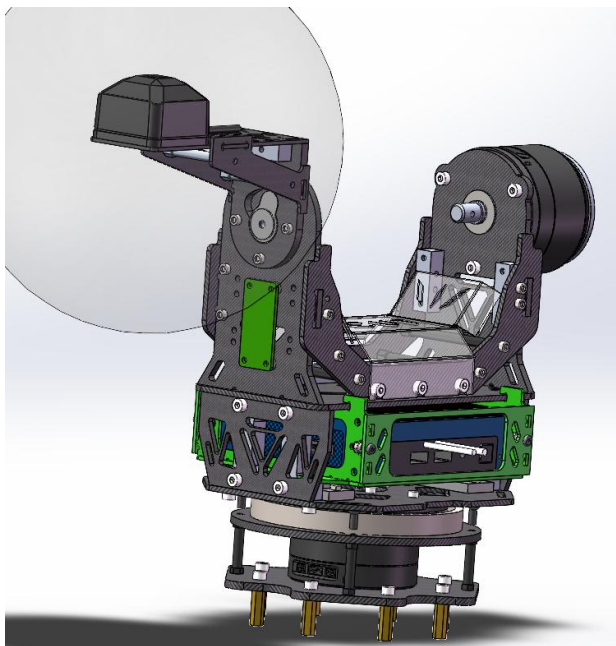
交叉滚子轴承直接
承受云台冲击力



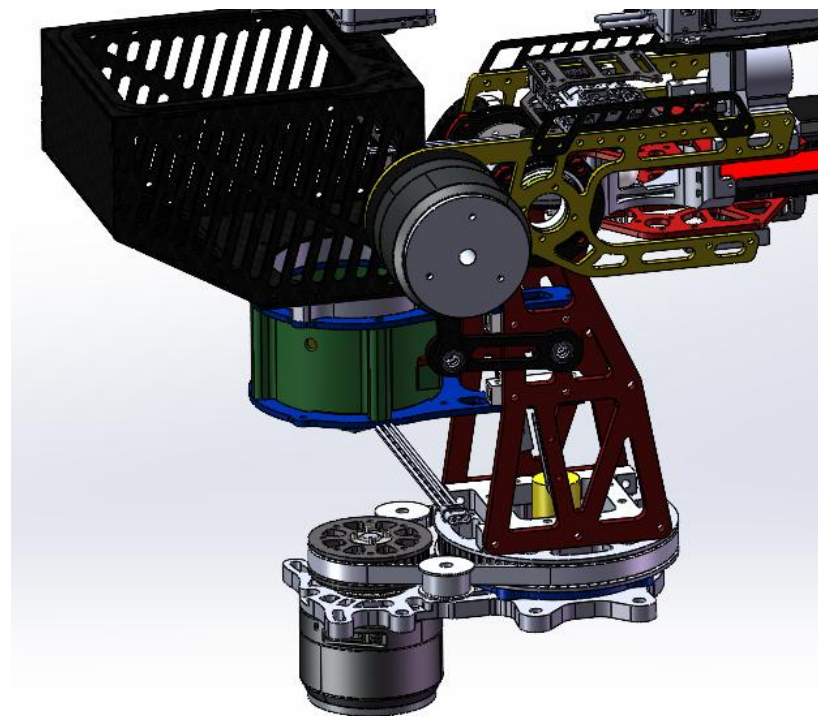
6020电机
通过蚊香形
碳板连接云
台，在提供
驱动力的同
时减轻电机
螺丝孔轴向
负载



方案设计:云台臂及云台座圈



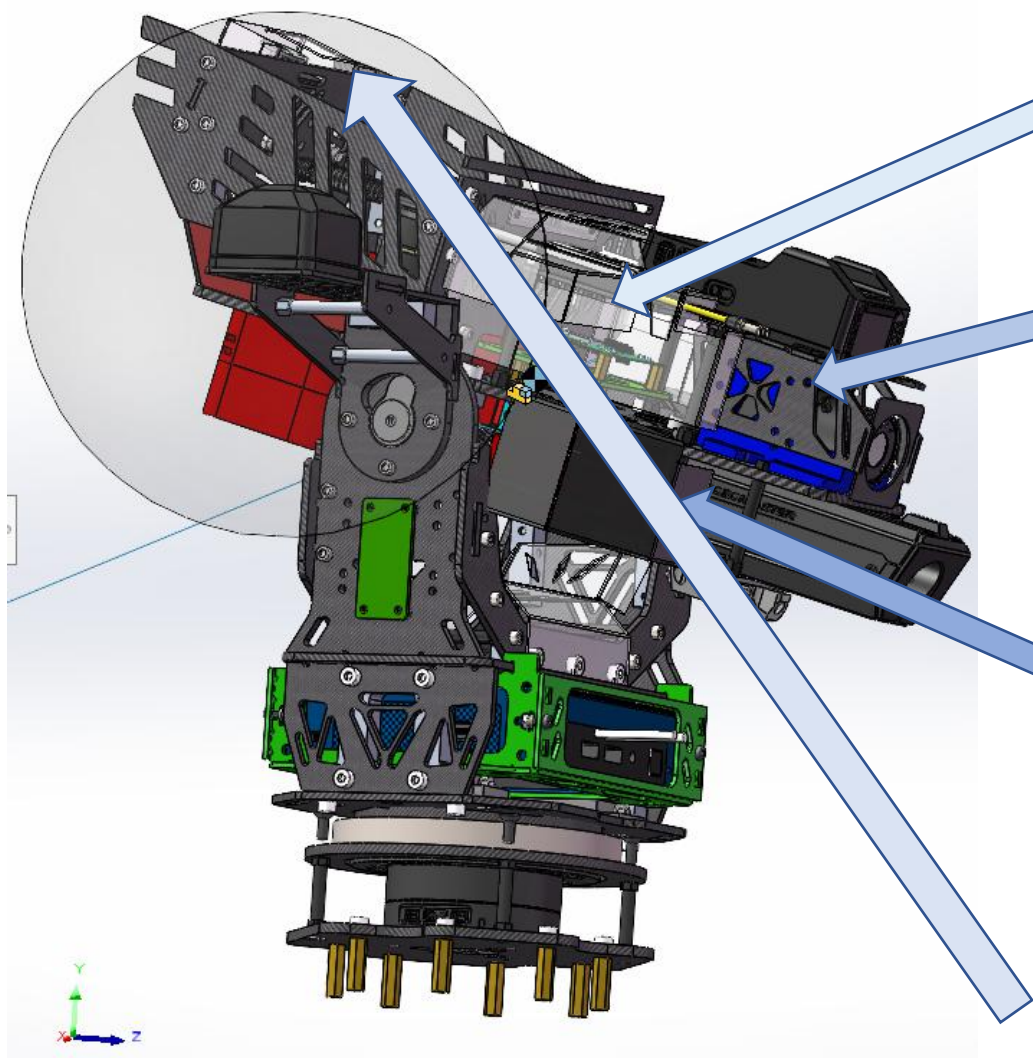
上供云台臂普遍较宽，也可将电脑置于云台臂内侧



半下供云台yaw轴转动惯量较大，可采取类似英雄的同步带机构增大驱动扭矩

设计半下供云台时，将p轴电机置于云台后侧可平衡重心，降低电机负载

方案设计:云台总装及重点防护



外壳保护云台控制板，
防止被小子弹击毁

相机防护一方面是为防止
镜头被流弹击伤，另一方面，
相机外壳将是在飞坡
失败、车辆向前翻滚时保
护相机的最后一道屏障

摩擦轮并不会因子弹直接
命中而损坏，但当摩擦轮
高速旋转时外来子弹卡入
摩擦轮与其他零件之间极
易导致摩擦轮报废

弹仓盖虽然简单但必不可少，设计合
理的弹仓盖可以减少飞坡和起伏路段
颠簸过程中的子弹损失

设计方案落实

- 工期：云台对的工期要求比底盘更高，即使没有底盘，提前交付的云台依然可以被用来调试自瞄等功能（毕竟云台可以装在任何奇奇怪怪的地方）
- 成本：关键结构件（如座圈轴承）要舍得花钱，外壳等次要零件要控制成本，定制件尽量做到多机器人通用（如哨兵、无人机），尽量把钱花在刀刃上
- 测试：发射精度、最大载弹量、云台结构强度都需要在交付后测试，以便赛前对机器人性能有较好掌握
- 协作：云台底盘适配也同样关键，云台俯角等关键性能不止由云台自身决定，也与底盘布局息息相关
- 记录：测试、迭代数据需要第一时间记录存档，整理研发记录可以在接下来的设计过程中少走弯路

底盘部分

1.明确目标需求

基础需求

全向移动

轻量化

电路空间

稳定性

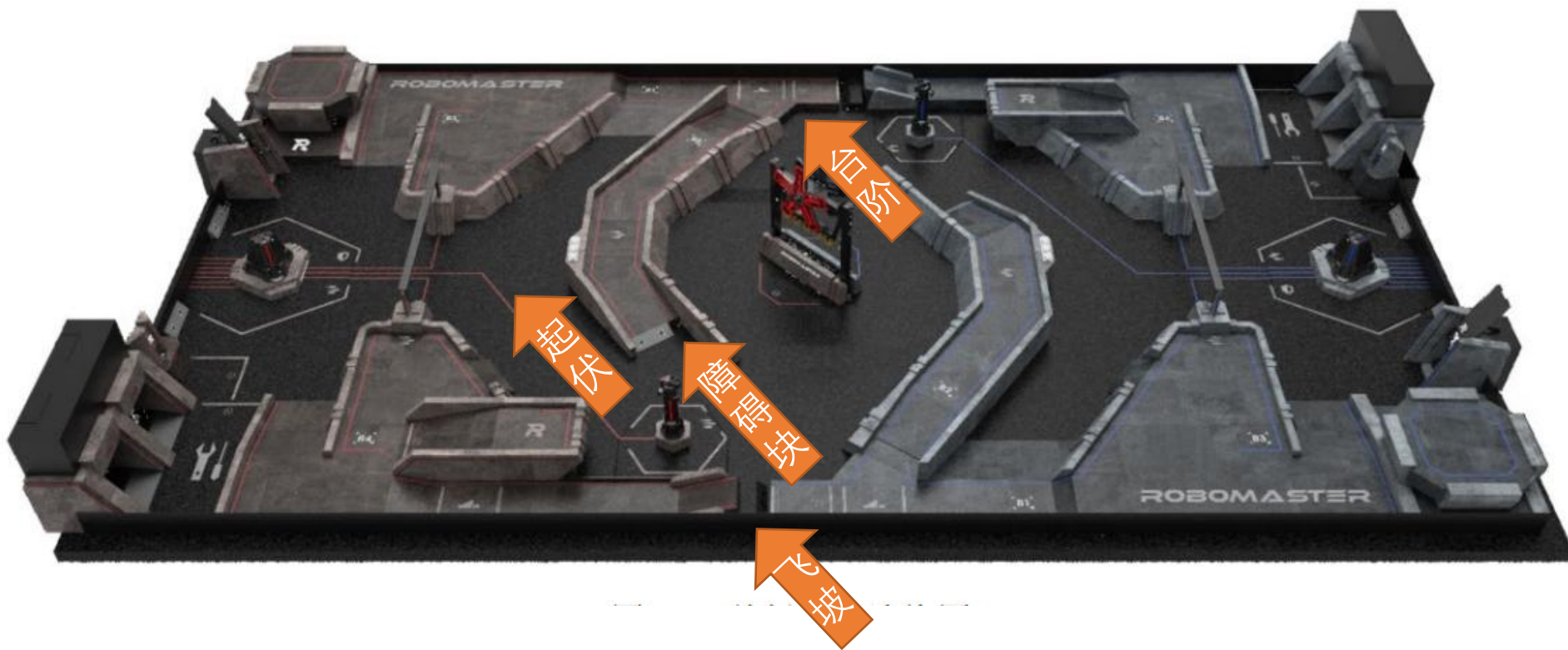
裁判系统

可维修性

装配难度

成本

1.明确目标需求



1.明确目标需求

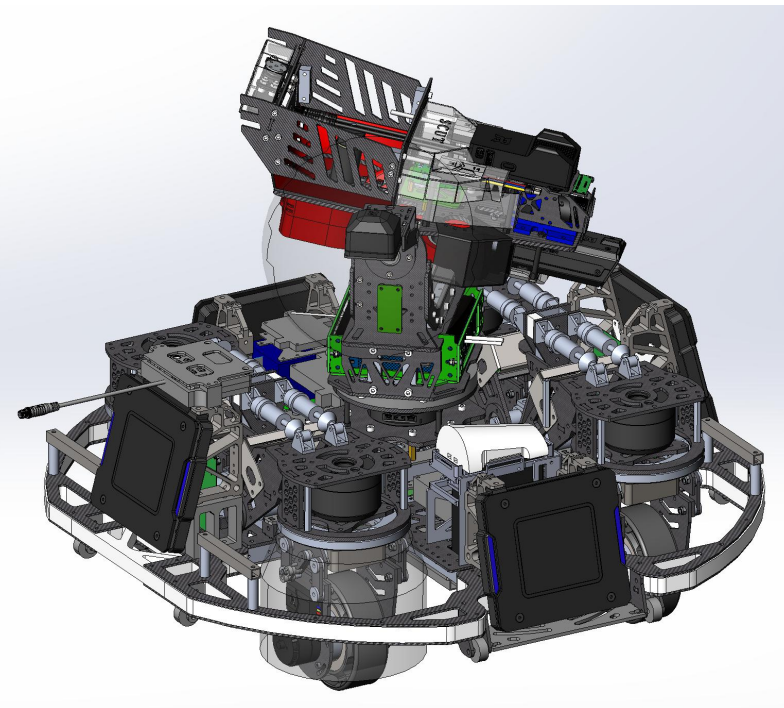
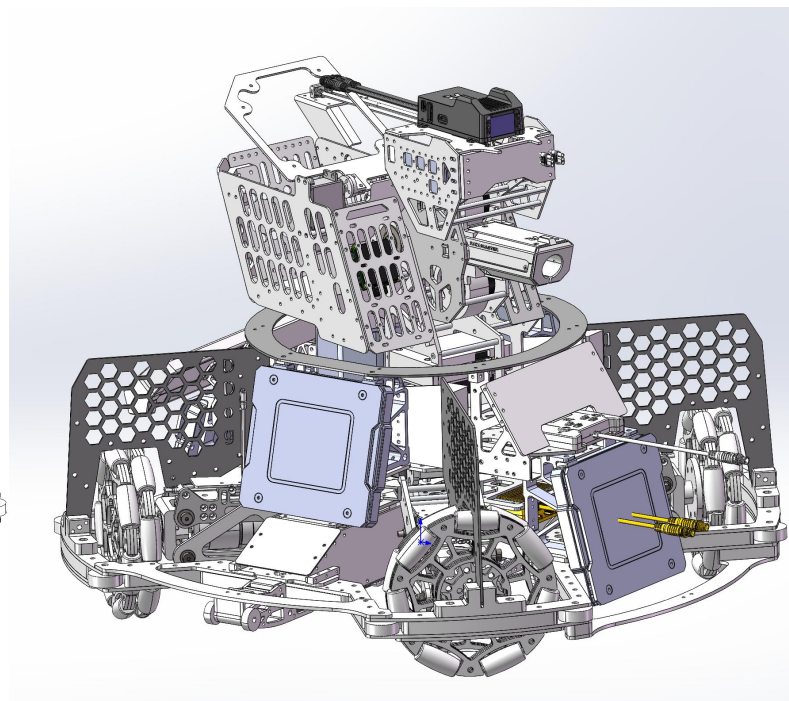
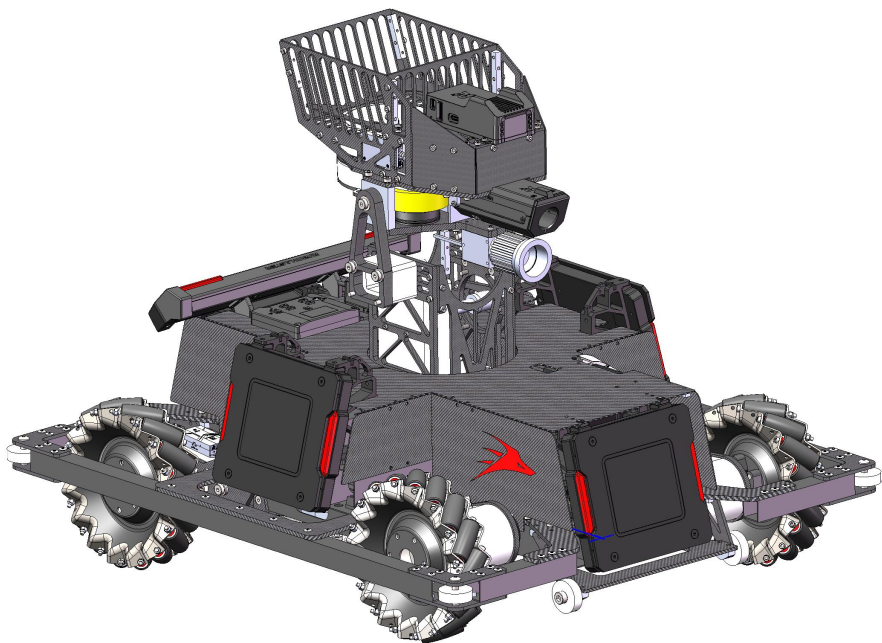
飞坡：结实的悬挂和车架

障碍块：30度接近角

台阶：30度通过角

起伏：优秀的悬挂性能

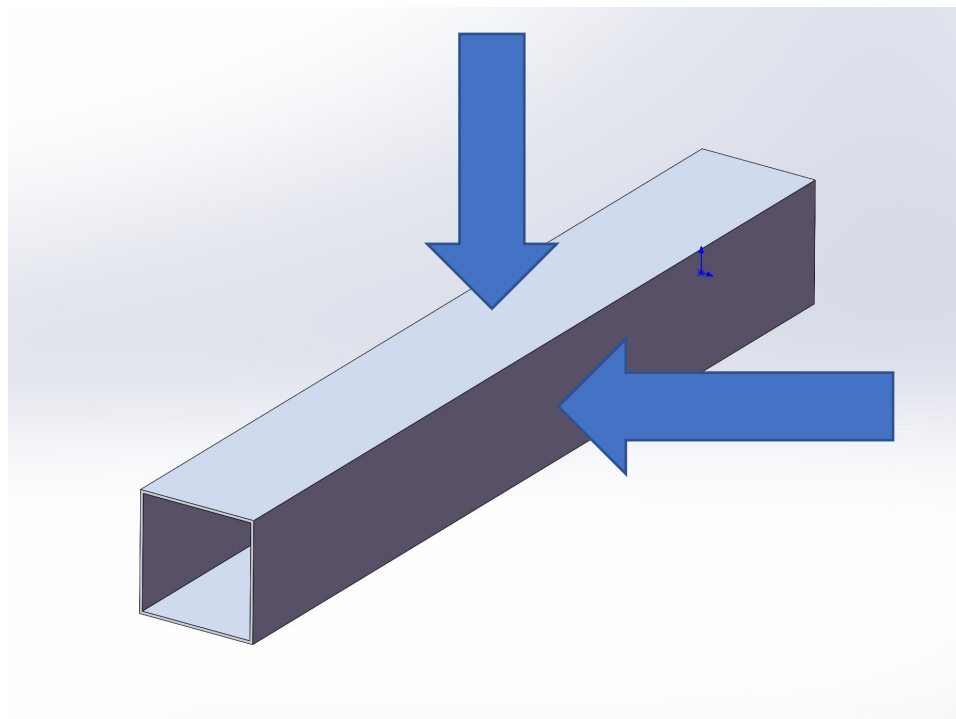
2. 拟定设计方案



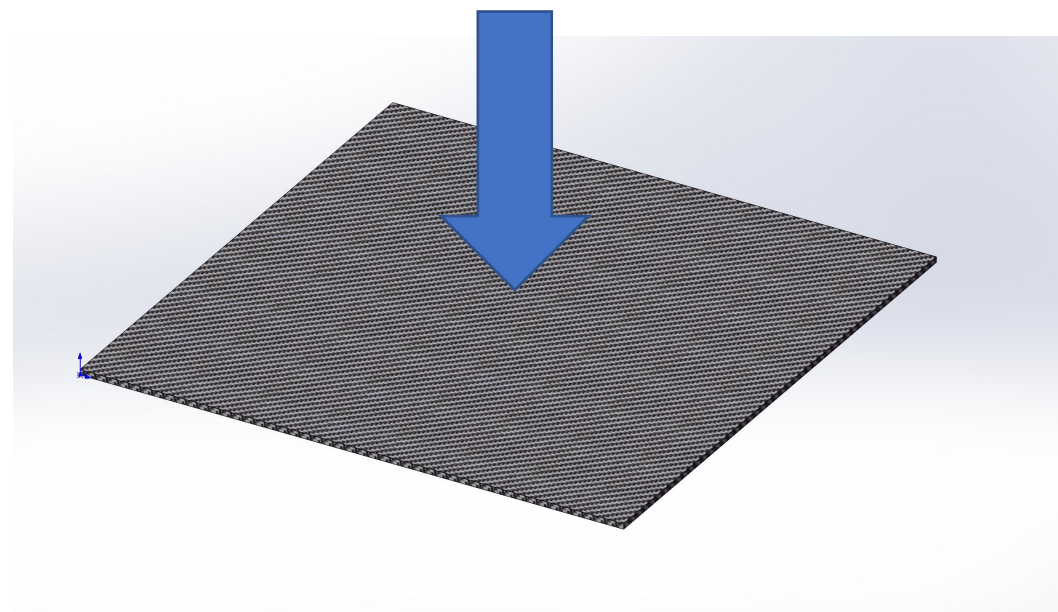
全向移动方案

2. 拟定设计方案

常用材料



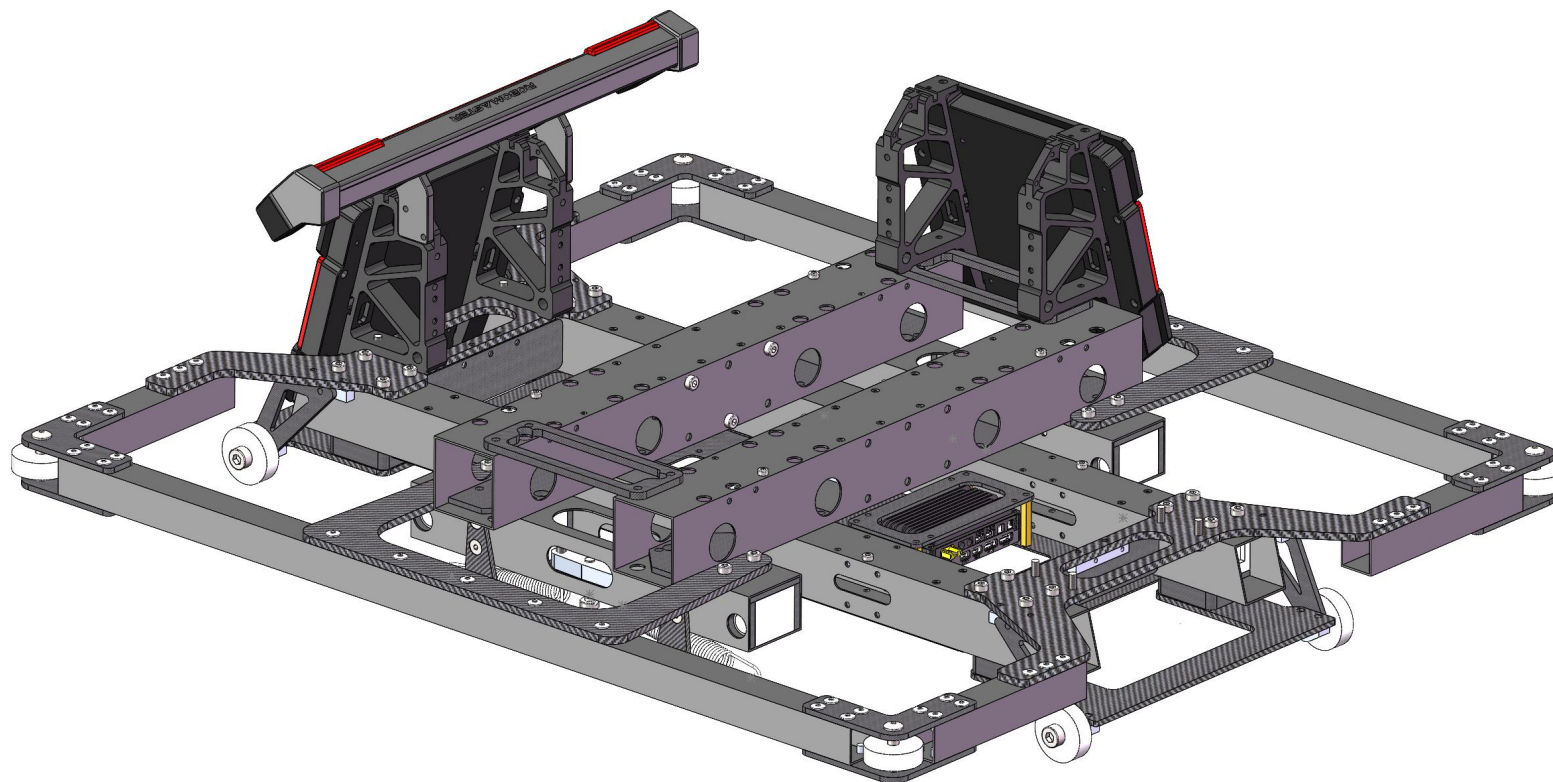
铝方管



碳纤、玻纤等板材

2. 拟定设计方案

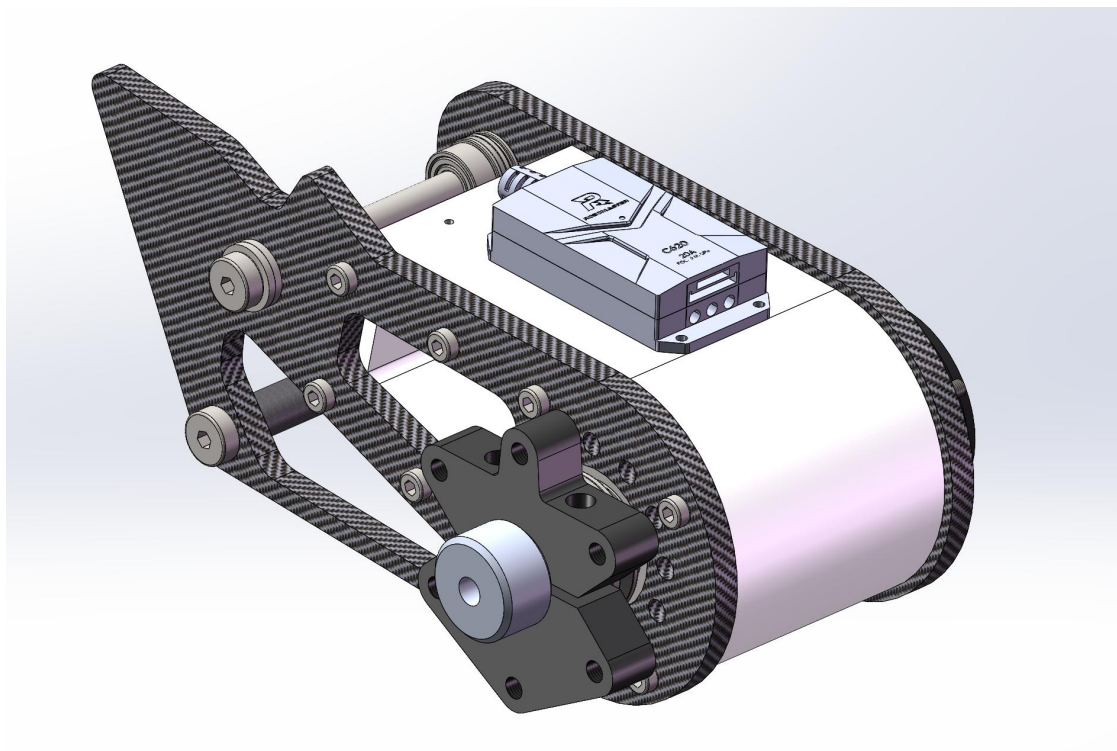
车架结构



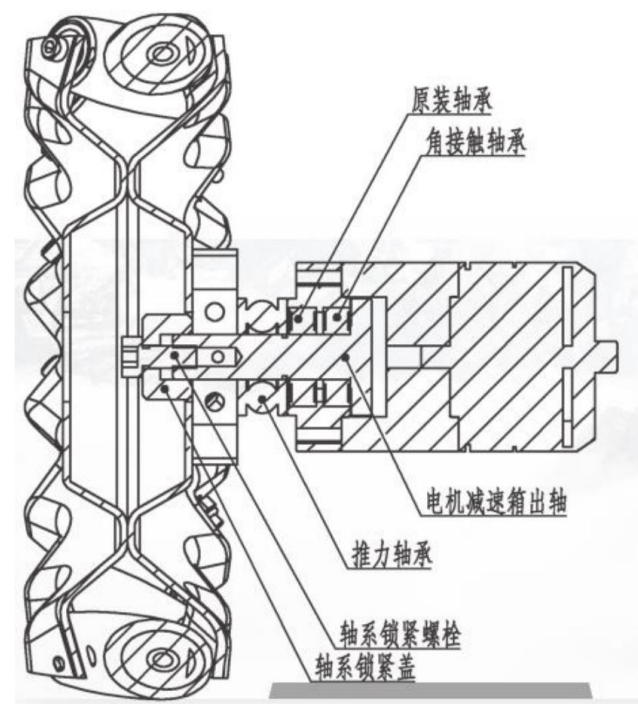
薄壁大截面铝方管结构

2. 拟定设计方案

轮组结构



夹紧式联轴器



推力轴承加固

2. 拟定设计方案

悬挂结构

6.2 自适应悬挂设计

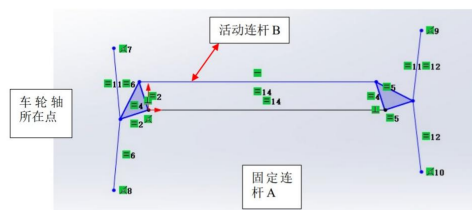


图 6-1 自适应悬挂原理图

自适应悬挂的原理为，当一个车轮（点 7 为轴）上升，点 7 向下，带动点 8 向下，轮 8 下降。同时带动杆 B 向左，进而带动 10 和 9 向上，因此轮 9 下降，轮 10 上升。

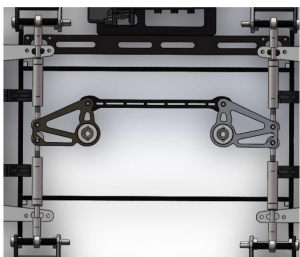


图 6-2 底盘模型图

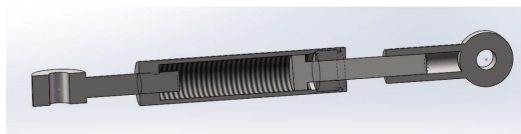


图 6-3 悬挂杆剖面图

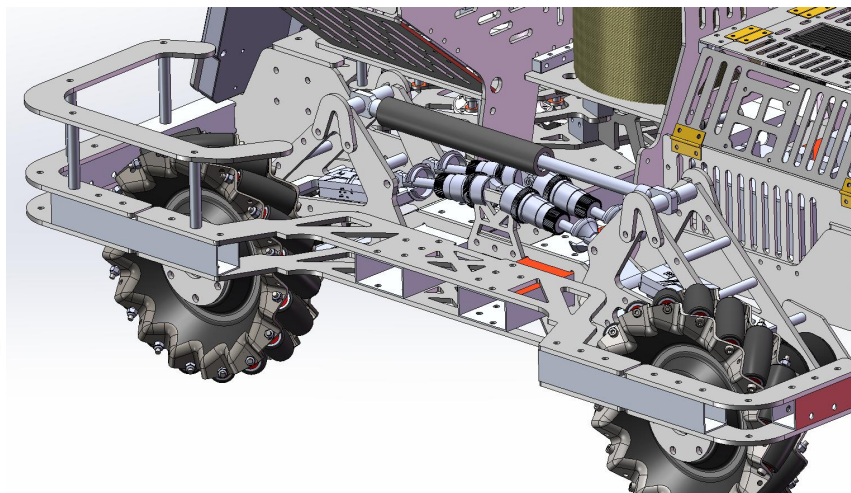


表 1 各个构件的辨识⁴¹

构件个数 ⁴²	活动构件个数 ⁴³	机架 ⁴⁴	原动件 ⁴⁵	执行构件 ⁴⁶
13 个 ⁴⁷	n=12 ⁴⁸	车架(6) ⁴⁹	凸轮(12、13) ⁵⁰	车架悬挂系统 ⁵¹

所选悬挂机构的机构简图如图 4 所示：⁵²

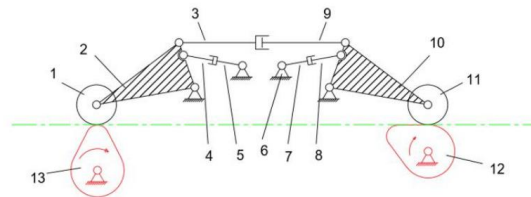
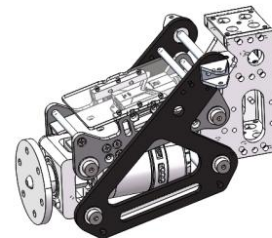


图 4 机构简图⁵³

表 2 辨识运动副和自由度计算⁵⁴

二副构件个数 ⁵⁵	三副构件个数 ⁵⁶	四副构件个数 ⁵⁷	转动副 ⁵⁸	移动副 ⁵⁹	低副 ⁶⁰	平面高副 ⁶¹	局部自由度 ⁶²	自由度 ⁶³
10 个 ⁶⁴	0 个 ⁶⁵	2 个 ⁶⁶ (2、10) ⁶⁷	R=12 ⁶⁸	P=3 ⁶⁹	$P_L = R + P = 15$ ⁷⁰	$P_H = 2$ ⁷¹	2 ⁷² (1、11) ⁷³	$F = 3n - 2P_L - 2P_H - 2f$ $= 3 \times 12 - 2 \times 15 - 2 \times 2 = 2$ ⁷⁴

轮组为平行四边形悬挂，并采用模块化设计，及保证了强度，也方便装配。

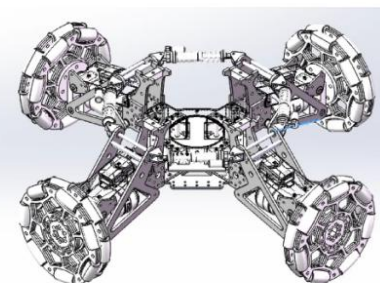


3.2 悬挂

悬挂采用环式自适应平行四边形悬挂，四个避震器水平放置介于两轮组之间。

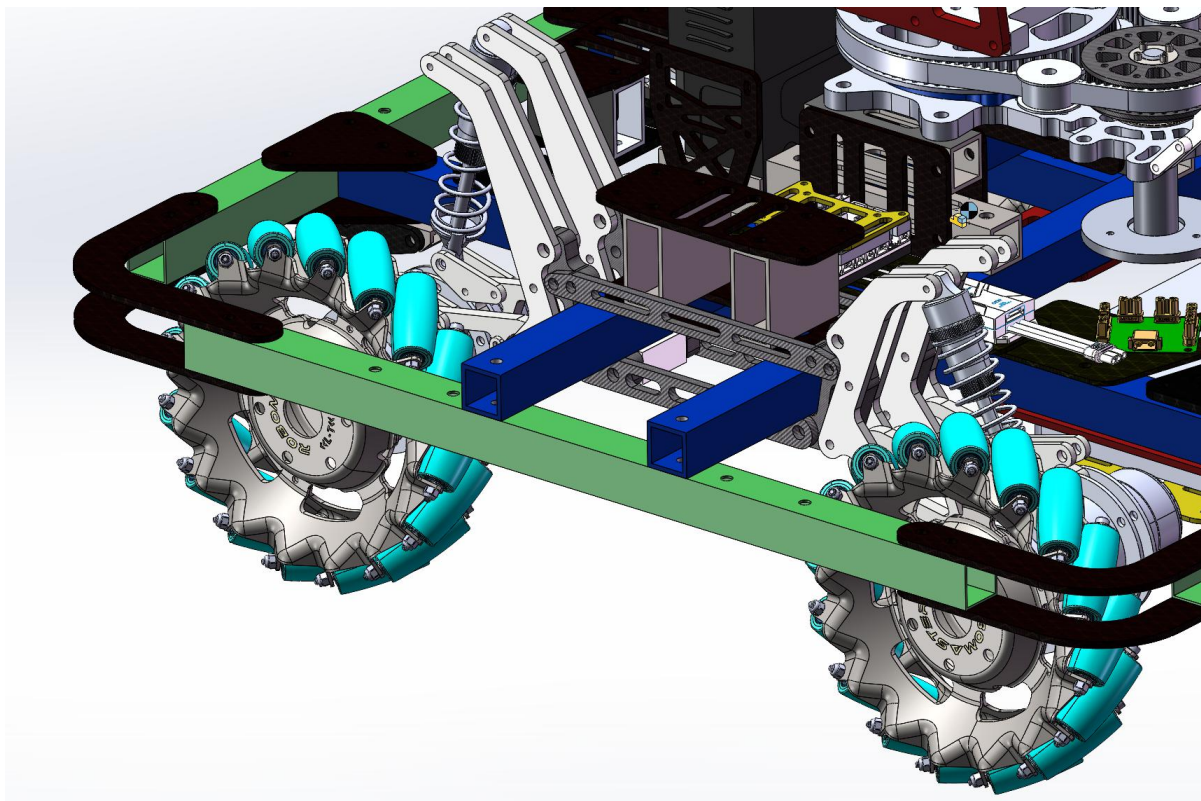
优点：保证轮组抓地、结构简单、可以空出中心云台位置。

缺点：空间占用较大、空间分割、轮组平行四边形悬挂设计难度较大。



2. 拟定设计方案

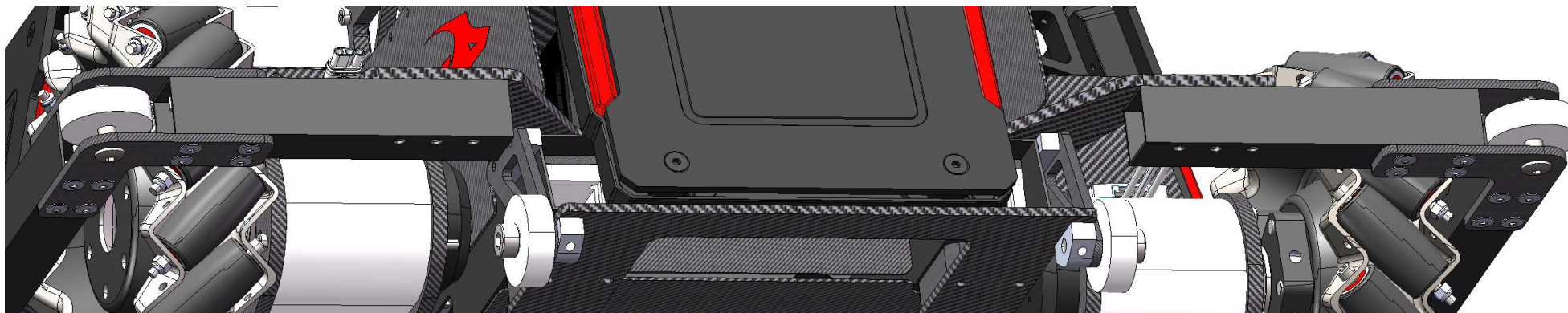
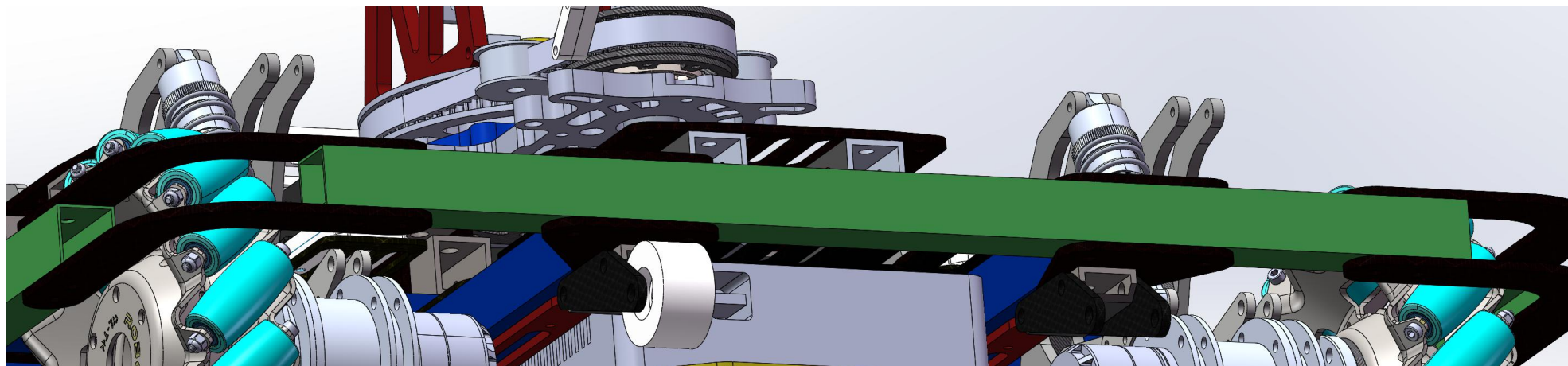
节约工期



普通悬挂

2. 拟定设计方案

飞坡导轮



3.落实设计

工期，工期，工期！

机械只是比赛中的一个环节
电控视觉硬件同样需要时间

注意成本

修车同样需要花钱