



# 哈尔滨工业大学 I-Hiter 战队

## RoboMaster2018 全国决赛

### 工程机器人开源技术文档



# 目录

一. 上岛底盘模块 .....	2
1. 设计过程针对的主要问题.....	2
2. 上岛过程简述 .....	2
二. 上层抓取交接模块 .....	5
1. 抬升机构设计 .....	5
2. 抓取机构设计 .....	6
2.1 抽屉导轨 .....	6
2.2 爪部设计 .....	6

# 一. 上岛底盘模块

## 1. 设计过程针对的主要问题：

这版工程车总共经历了六个月左右的设计调试阶段，最终才能在深圳的赛场上实现稳定的上岛功能。其中在这一阶段主要重点解决以下几个问题：

### 1) 六轮的布置(采用麦轮加全向轮、前轮中轮连成一体、后轮独立的布置方式)

这个问题是在前期方案讨论中由队员一起讨论解决的。采用此方案的工程车虽然车体质量较大，但是六个轮子的动力足以使车的速度达到比较快的水平，在比赛中我们也得以执行开局“双坑”的战术。

### 2) 底盘尺寸的确定(包括前轮和中轮相对于转动副的角度、前轮中轮后轮之间的水平距离、底盘高度等)

这个问题主要通过对六轮上岛的每一步进行受力分析，定性确定各部分尺寸对上岛性能的影响，然后做出实物，由实际的上岛性能对部分尺寸进行调整，最后获得一组比较合适的尺寸。

### 3) 整车的重心问题

要保证上岛时前轮能抬起来且上岛过程中不翻车，重心的位置很重要，重心的位置主要通过受力分析初步确定大体范围，然后在验证机构中做了一个调重心机构，不断调整重心做上岛测试，最终确定重心的位置(即上层相对于底盘的布置问题)。

### 4) 减震以及整车的强度刚度问题

采用前两轮直动悬挂与后轮摆臂悬挂的减震方式；由于车由六个 3508 电机驱动，碰撞时受力相对于一般由四个电机驱动的车大，而且上下岛过程中冲击很大，所以初步确定铝架后对铝架的受力进行简要分析，对受力大的部分进行加固。

## 2. 上岛过程简述

### 1) 前导轮对台阶边缘

如图 1 所示，工程车上岛第一步是将车对正在台阶前，不需要较大速度，通过六个轮子向前顶使导轮被台阶边线顶起。

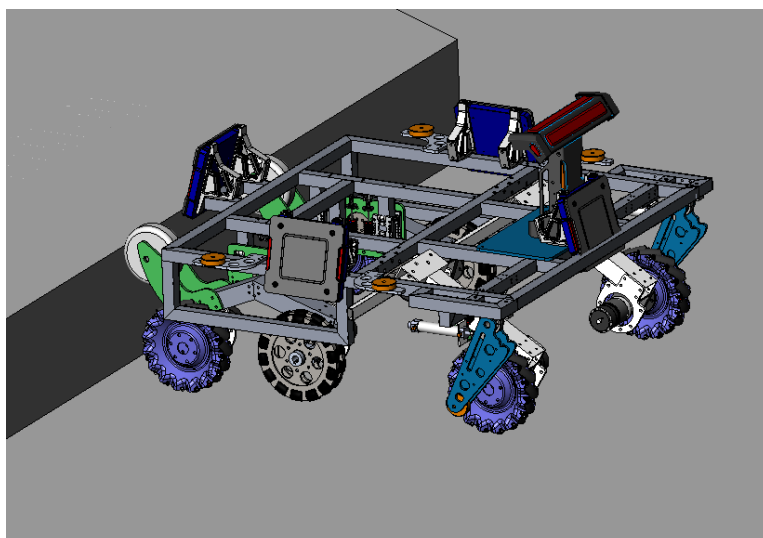


图 1

## 2) 前轮上岛

如图二所示,当导轮将前麦轮顶起时,前轮通过接触在台阶侧面,其自身转动会受到一个向上的摩擦力,配合中轮后轮向前的动力,使前轮上抬登岛。(红色箭头表示部分重要受力,并非全部受力均表示)

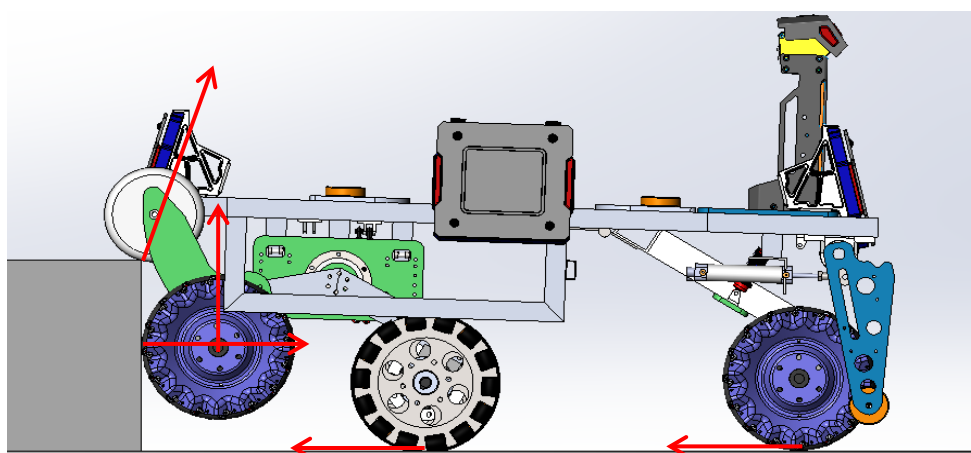


图 2 前轮上抬登岛

## 3) 中间全向轮上岛

如图三所示,同理利用六轮转动具备向前的力,再通过前轮和中轮连接的铰链结构使中轮在受到侧壁给予的支持力时能够被抬起实现上岛。前腿的长度和角度和整车重心是否靠前以及高度是上岛能否稳定的关键因素。

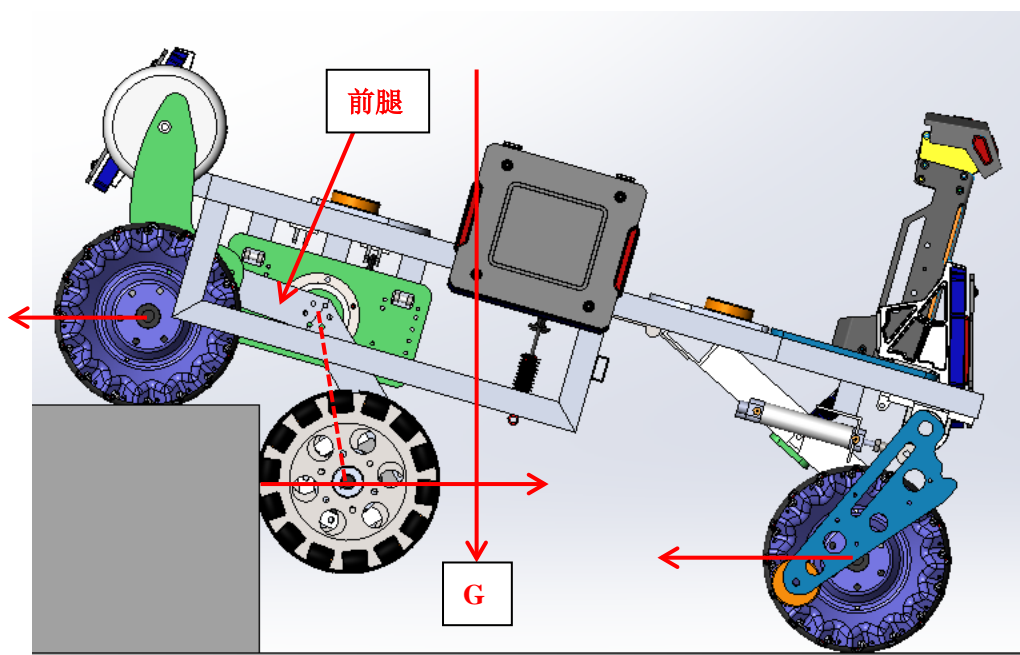


图 3 中间轮上岛

#### 4) 后轮上岛

如图四所示,当前中轮上岛之后,车身已经具有一定的速度,因此后轮在上岛时会借助速度的惯性较容易上抬一定高度,再通过摩擦使整个车身上岛。此步骤仍然要求重心的位置合适压得住车的前部,否则容易向后翻车。

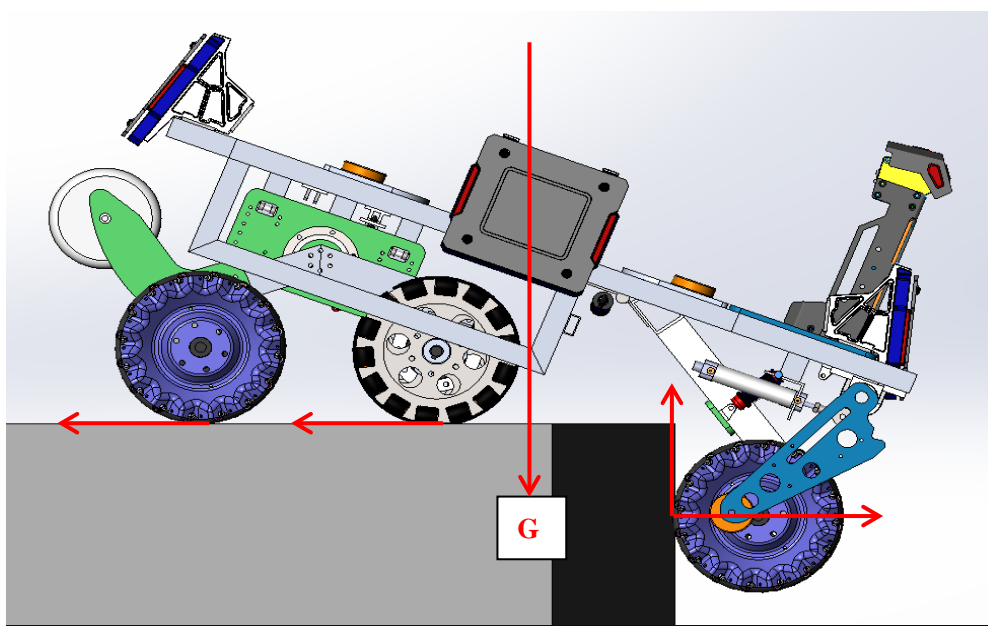


图 4 后轮上岛

## 二. 上层抓取交接模块

上层设计遵循的是以操作手的需求为最高原则，并结合设计者的想法设计，希望能够在稳定实现必需功能的前提下具备更多的其他功能，比如取各个位置的弹药箱以及在各个位置进行弹丸交接，以丰富可以执行的战术种类和选择。从比赛过程来看，上述的功能其实都是一流强队的标配。

### 1. 抬升机构设计：

抬升机构选用的是丝杠螺母传动，理论上上下最大行程可到 310mm，配合抓取臂甩到不同角度，便能抓取到三种弹药箱，包括在资源岛上进行混合弹丸的抓取。

为了充分发挥电机性能，选择用传动比 1:2 的同步带传动进行加速，同时设计张紧轮对同步带张紧，如图 5 所示。丝杠选用的是 M12x8，45 钢材质，从使用效果上来看只是一般，速度不够快而且 45 钢不如不锈钢材质阻力小。对于丝杠参数的选用我推荐尝试使用较大的导程。

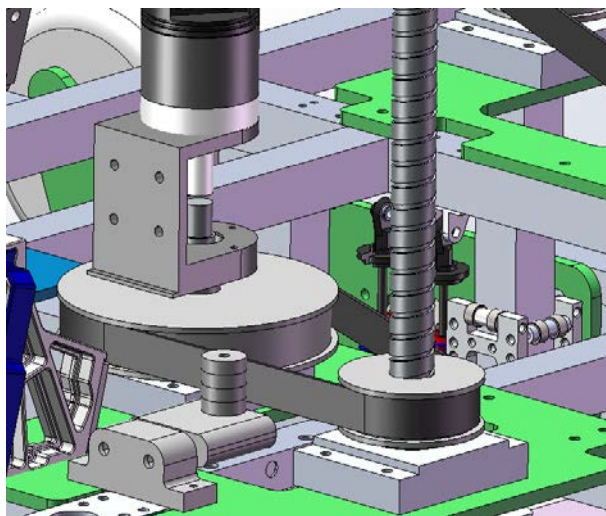


图 5 带轮-丝杠模型图

两根丝杠的布置形式是位于上层机构两个斜对角，这是考虑到受力（理论上说越均匀丝杠转动越稳定）和质量（丝杠多太沉）等原因折中选择的。但弊端就是两根丝杠离得较远，外加直线运动副选用的是滑套配合铝管具有较大间隙如图 6，导致抬升过程上层机构处于偏载之后会不再水平而是前部向下坠的状态，该状态使两根丝杠的同步转动容易卡住，造成电机堵转或者结构发生严重变形。我们为了防止丝杠达到极限位置出现问题，在下端极

限放置了行程开关。

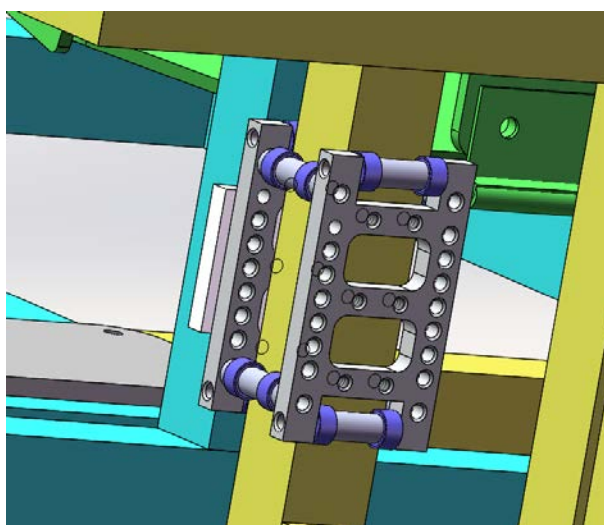


图 6 滑套-铝管配合（间隙较大）

因此，在这一技术环节我认为我们由于时间有限做的真的不够好。其实丝杠方案很多高校都采用，一些技术环节大家多沟通，在气动方案越来越普及的同时，让丝杠螺母传动方案也一直在赛场上有用武之地。

## 2. 抓取机构设计：

抓取机构设计的目标是实现稳定抓取第一排的功能，具备抓取第二排的能力，同时配合丝杠位置对各个位置的弹药箱进行抓取。

### 2.1 抽屉导轨：

在国赛赛场上我见到的高校可以进行双排取弹的并不多，但实际上利用抽屉导轨进行前伸 310mm 左右的行程还是不难设计的。我们采用的是抽屉导轨配合 300mm 行程的气缸方案，取弹速度上没有问题，但稳定性稍差。原因主要在于抽屉导轨本身的间隙不小，并且取弹机构伸出时是一个悬臂模型，前端向下变形量较大会使机构和弹药箱卡槽接触甚至卡住，所以个人认为抽屉导轨是很好用的现成品，具有行程大阻力小，如果竖着用那么刚度也不错的特点，但不太适合用于尺寸要求高的机构上（其实这东西一般都是竖着用的，我们平着用不太合常规）。

### 2.2 爪部设计

在设计抓取机构时，发现如果想在机器人限制高度内，使弹药箱按



照竖直向上升高到资源岛弹仓外——水平运动到机器人内部——倾倒弹药箱这样的流程来完成取弹过程，虽然能够实现整个操作，但是存在取弹速度慢、机构复杂、上层重量增加等问题。在考虑简化机构时，想到能否依靠在夹爪处多加一个自由度，来代替弹药箱竖直向上运动的过程。简单建模如图 7 所示，假设弹药箱是 200x200 的矩形，位置处于资源岛弹仓中心，机器人自带夹爪机构伸出长度为 200mm。在不增加自由度时，弹药箱会和夹爪固连，当弹药箱从资源岛弹仓里顺利取出时，弹药箱左下右上对角线会处于图上标有 141.41mm 的位置处；当增加夹爪的旋转自由度后，为了保证弹药箱能够顺利取出，弹药箱基本上要时刻处于竖直状态，这个状态的维持是依靠弹仓侧壁对弹药箱的作用力，使弹药箱绕夹爪旋转中心逆时针旋转。当弹药箱完全离开弹仓时，弹药箱左下右上对角线会保持原有状态不变。两种情况对比，其夹角大小为  $18.44^\circ$ 。也即是说，在理想情况下，只要给夹爪大于  $18.44^\circ$  的旋转自由度，就能保证弹药箱始终以竖直状态离开资源岛弹仓。

因此我们在3D打印的夹爪上面加了一个转动副，上面安装了扭簧，通过改变扭簧的刚度与可旋转的角度找到比较合适的做法，实现这一功能。

