



HERO

# 纵向联动半独立式气缸连杆悬挂

汇报人：江守达

汇报人：江守达



01

弹簧悬挂

02

气缸悬挂

03

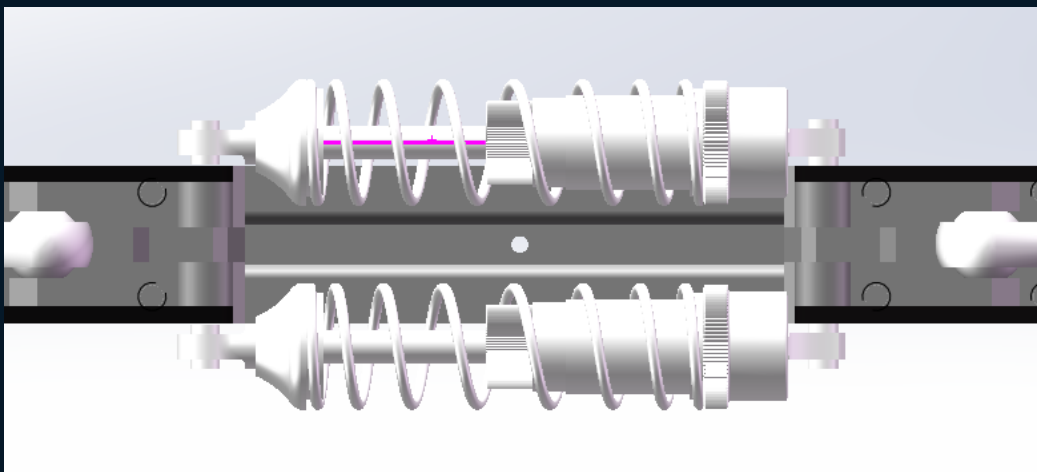
仿真分析

01

# 弹簧悬挂

弹簧+滑轨 | 弹簧+阻尼+滑轨

# 弹簧悬挂



## 纵向联动的半独立式弹簧结构

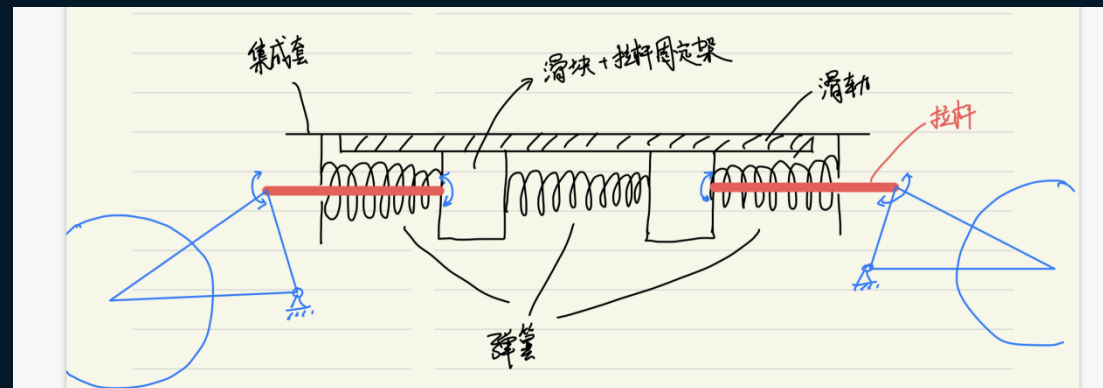
在只有弹簧避震器时，由于滑轨-避震器弹簧响应较快，更适合低幅高频的冲击，在机器人遇到大幅低频的冲击时（例如：下台阶或飞坡），会导致该方案的悬挂瞬时失效（因为纵向多一个自由度），对机器人造成较为强烈的冲击。

# 弹簧悬挂

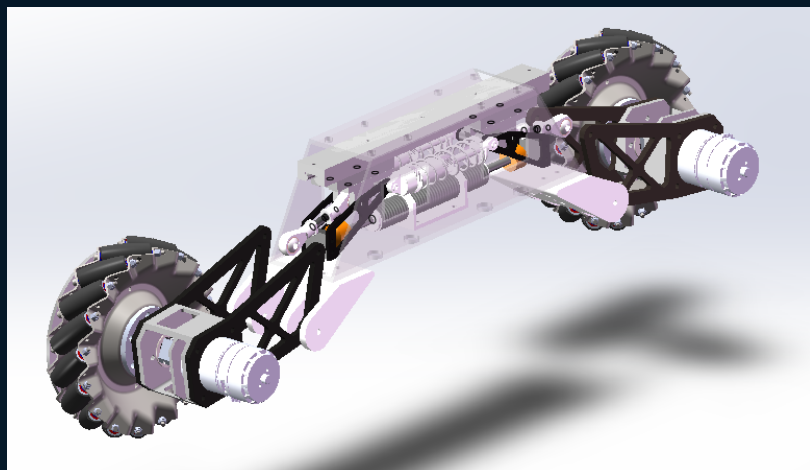
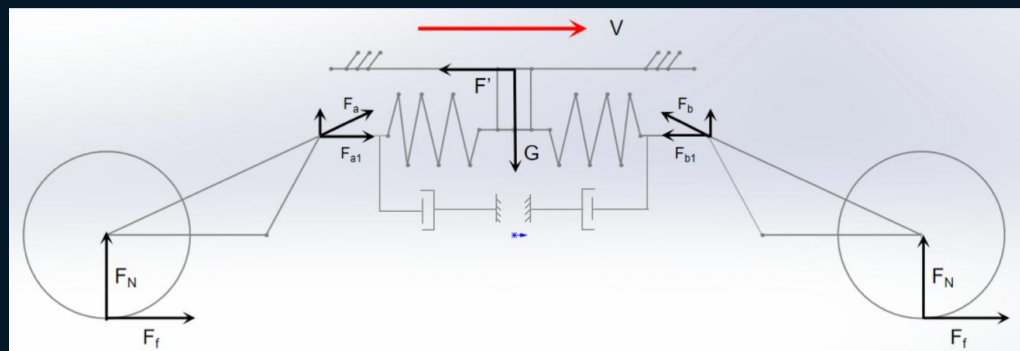


## 纵向联动的半独立式弹簧结构

改进方案如图，两个滑块，中间放三个弹簧，用来约束纵向自由度。



# 弹簧悬挂



## 纵向联动的半独立式弹簧-阻尼结构

弹簧-阻尼系统固定在滑块上，可以使整个系统可以在滑轨上前后滑动，目的是为了使悬挂在通过凹凸性较大的路面的时候，前后轮可以相对运动，即：前轮在通过凸处抬高时，由于滑轨的作用整个避震系统在受力压缩的同时向后移动，这样可以使后轮下压，从而始终使前后轮与地面有一定的压力，使轮子有足够的抓地力而不至于出现瞬时悬空的情况，同时还避免了由于独立式避震器的盈余回弹力造成的机器人瞬时跳动，进而避免了运动打击过程中由于悬挂问题导致的弹道偏移

# 弹簧悬挂



HITI-85-24-30-20-2-MNS避震器



ACD-2030-1阻尼器



## 纵向联动的半独立式弹簧-阻尼结构

缺点就是滑轨的体积大，质量沉，结构相对复杂，装配和维修都很不方便，零件越多结构越复杂，场上出现问题的概率就越大，而且由于这种结构集成在一个安装套里，维修更换很不方便。



双轴心滑轨

02

## 气缸悬挂

可适应高频低幅和低频高幅



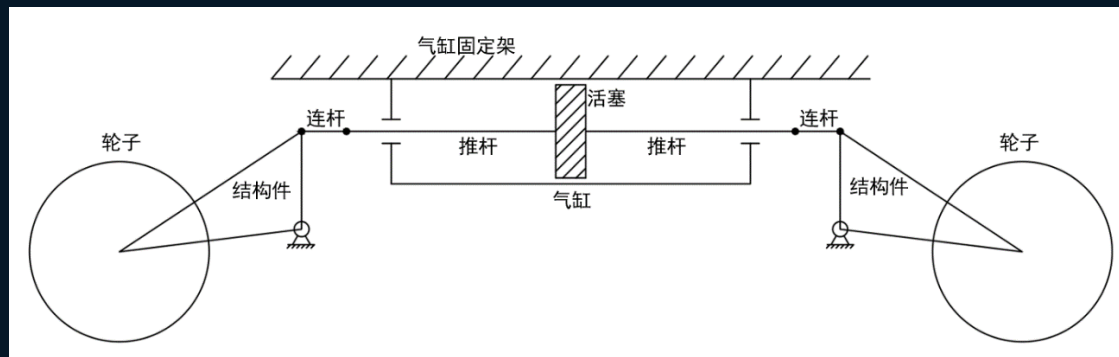
# 气缸悬挂



## 气缸选型

选用型号为MAD系列的气缸（双头双出型）MAD-25X30，可以很好的取代方案一中的滑轨滑块，达到前后轮纵向联动的效果。

# 气缸悬挂



## 工作原理

将气缸内部高压气体密封，假设当右侧轮子受到的力通过结构件和连杆传递到气缸右侧推杆时，右侧推杆带动活塞向左运动，左侧的密闭气室由于体积减小，内部气压升高，会在活塞上产生向右的推力，从而可视作右侧推杆对于外加力的缓冲作用，



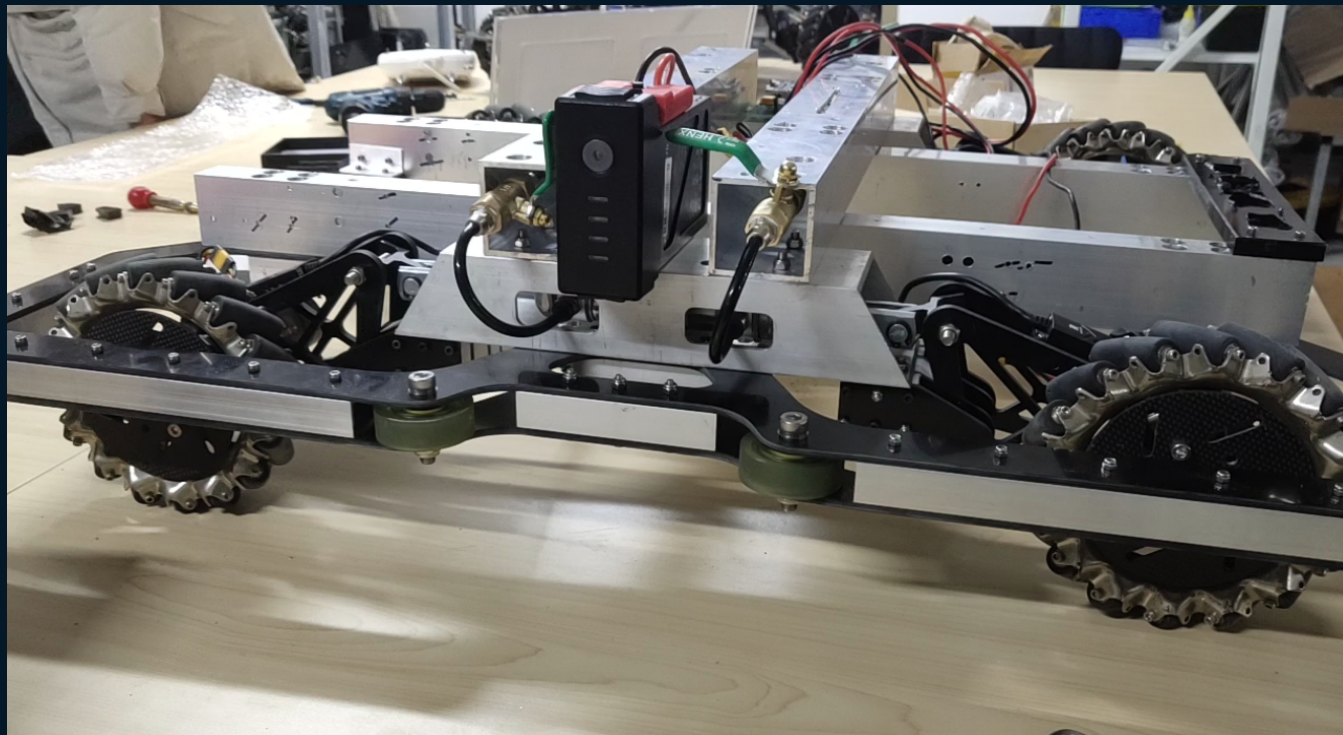
## 优点

1. 结构简单，维修更换较其他方案简单很多
2. 气缸的非线性曲线理论上比弹簧阻尼的好得多
3. 不易出现故障，可靠性高
4. 重量轻。
5. 制造、测试成本低，任何方案都需要进行试验，气缸方案试验只需要改变缸内气压一个变量，无极调节避震的软硬程度，以适合不同重量、不同车况的避震要求，而且操作极其简单

# 气缸悬挂



## 悬挂运动视频

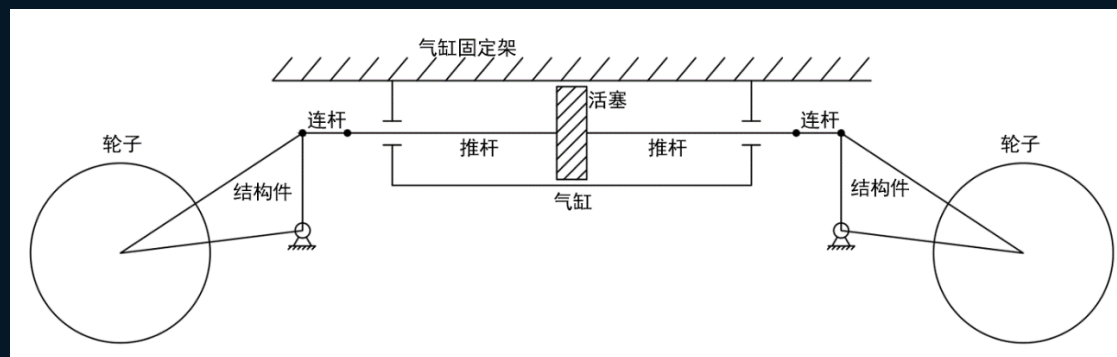


# 气缸悬挂



## 优点

1. 结构简单，维修更换较其他方案简单很多
2. 气缸的非线性曲线理论上比弹簧阻尼的好得多（后文有分析）
3. 不易出现故障，可靠性高
4. 重量轻，并且可以通过改变缸内气压的方式，无极调节避震的软硬程度，以适合不同重量、不同车况的避震要求。
5. 制造、测试成本低，任何方案都需要进行试验，气缸方案试验只需要改变缸内气压一个变量，而且操作极其简单

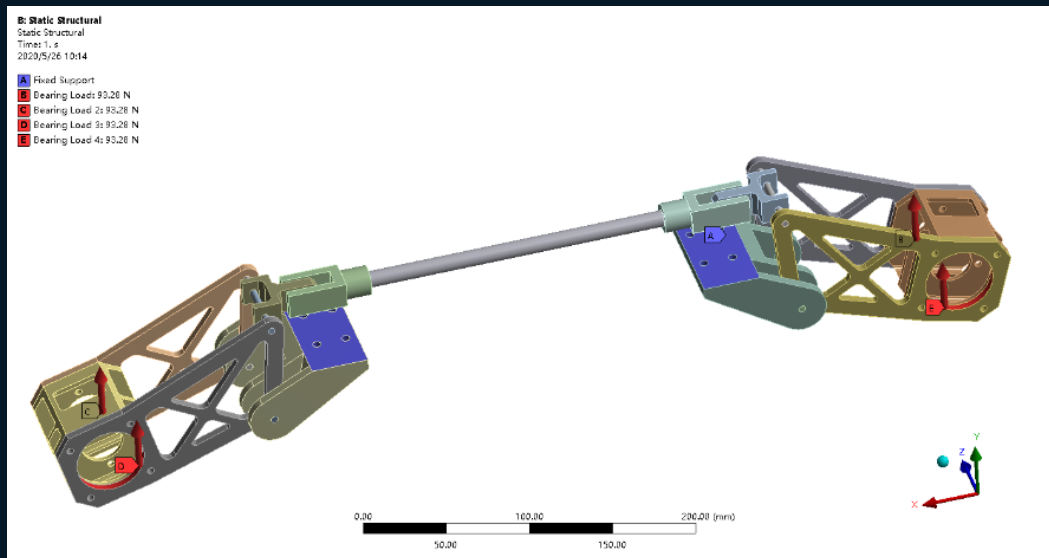


03

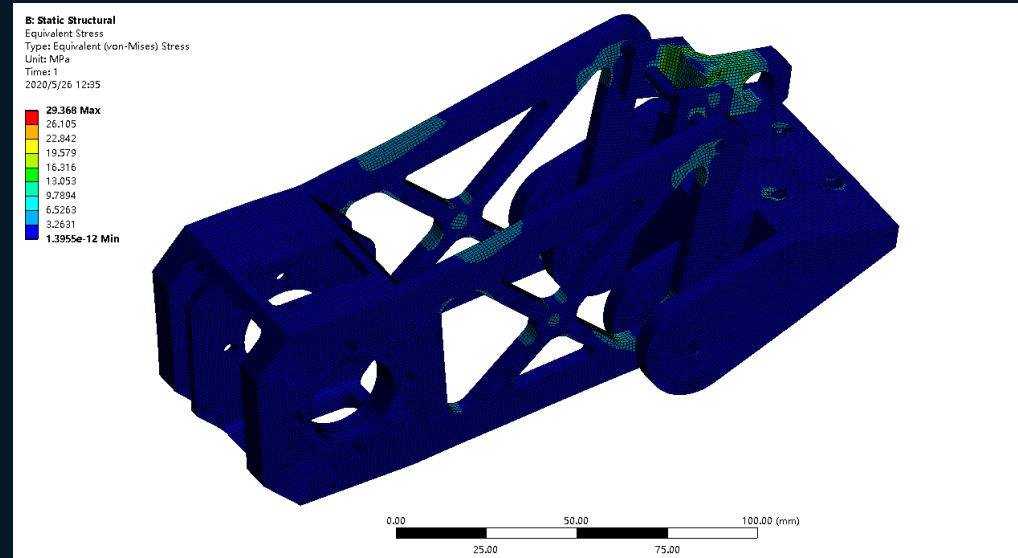
# 仿真分析

ANSYS | Origin

# 仿真分析——ANSYS

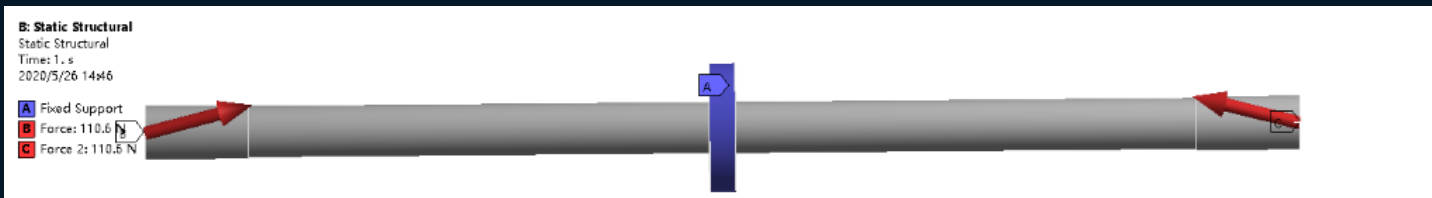


悬挂受力

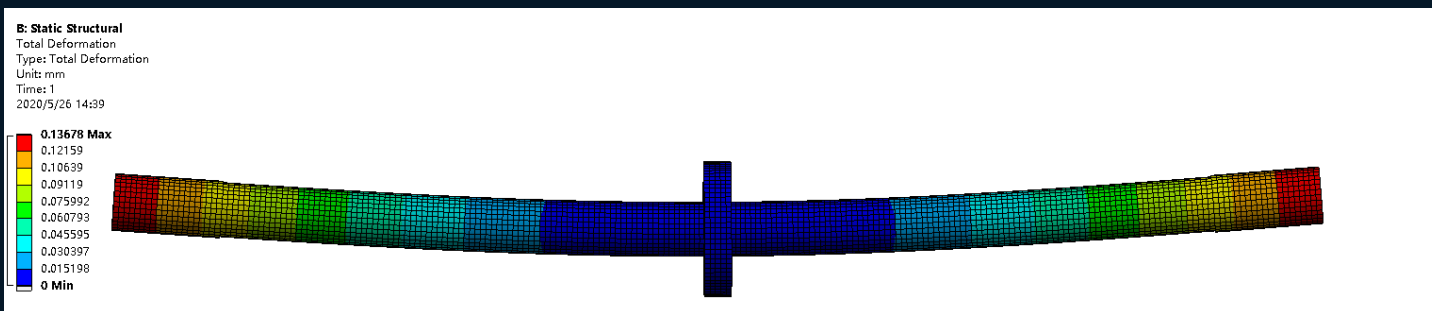


应力分布

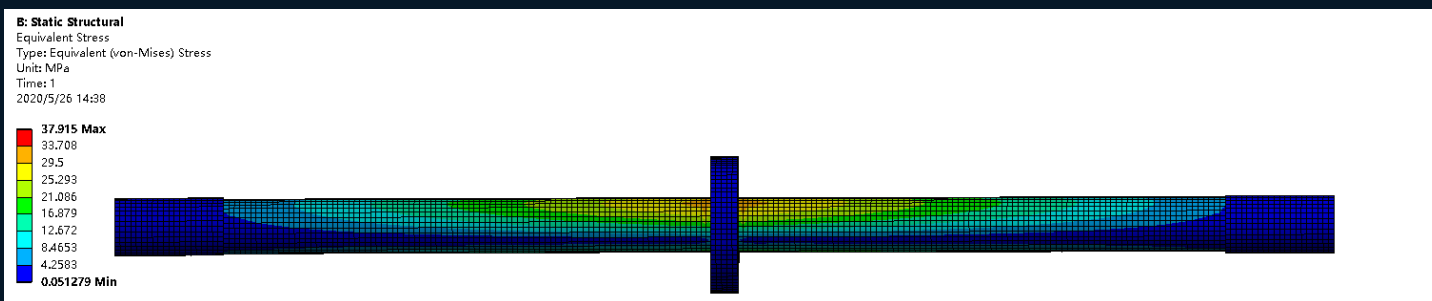
# 仿真分析——ANSYS



气缸推杆  
受力设置

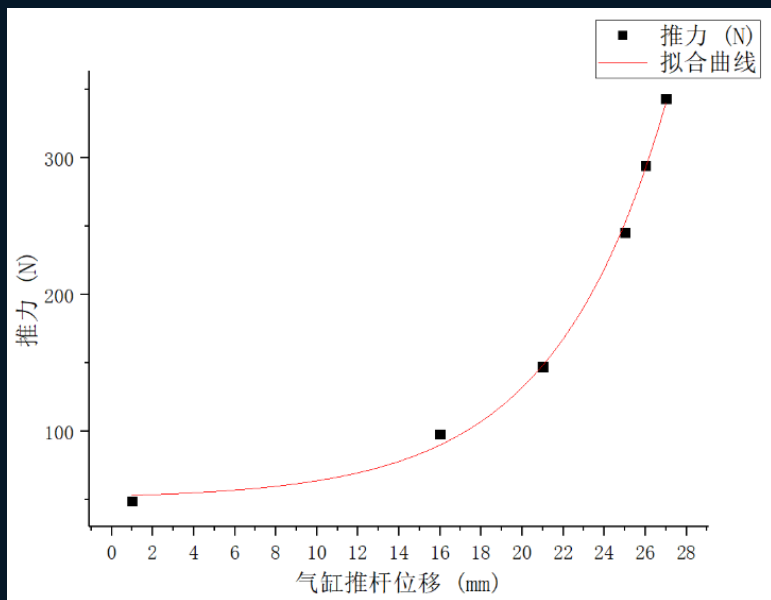


气缸推杆形变  
位移170倍放大



气缸推杆  
应力云图

# 仿真分析——Origin



一个大气压时（标况下  $P \approx 0.101Mpa$ ），当推杆位移达到 23mm 左右时，推杆即可产生约为 200N 的推力（理论上），符合预期需求

$$PV = nRT \quad (4-12)$$

$$F = \frac{P(D^2 - d^2)\pi}{4} \quad (4-13)$$

式中  $PV = nRT$  ——气体状态方程；

$F$  ——气缸推力（N）；

$D$ 、 $d$  ——气缸缸径、推杆直径（mm）。



# 上坡演示





感谢聆听

汇报人：江守达

汇报人：江守达