



<https://app7.rthk.hk/special/aburobocon2026/>



中南大學

# 轴承及轴系入门

主讲人：王煜

2025.11.16



<https://app7.rthk.hk/special/aburobocon2026/>



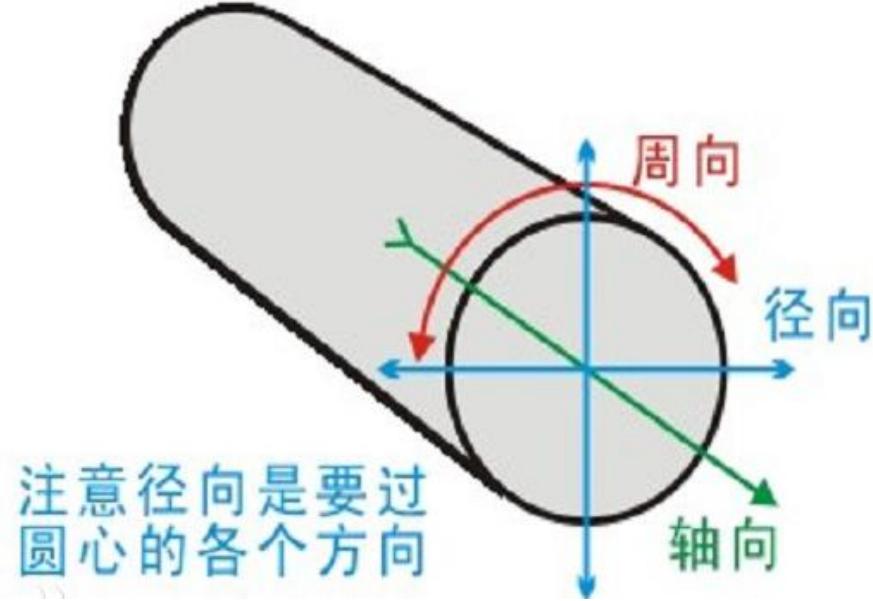
全国大学生机器人大赛  
CHINA UNIVERSITY ROBOT COMPETITION



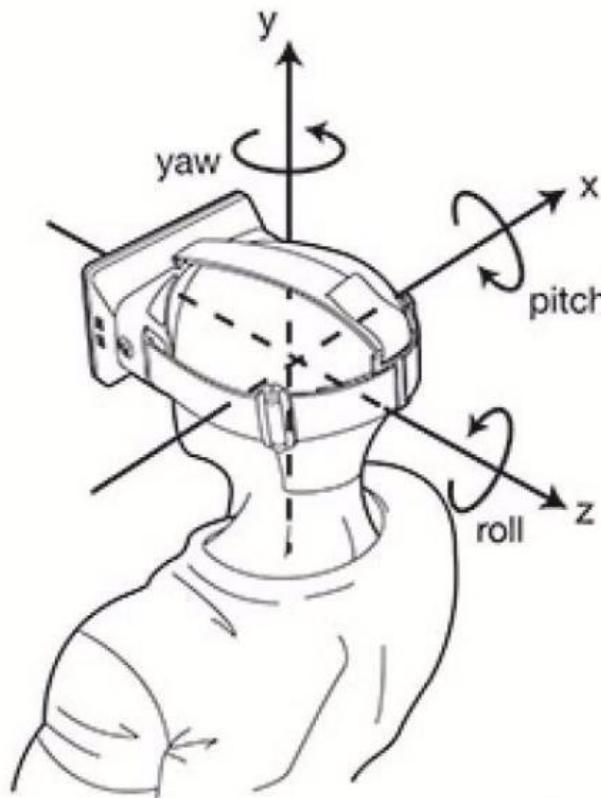
您需要了解：

- 1、方向表述及欧拉角
- 2、轴承分类及介绍
- 3、轴及轴系连接件
- 4、轴系设计原则
- 5、轴系示例讲解

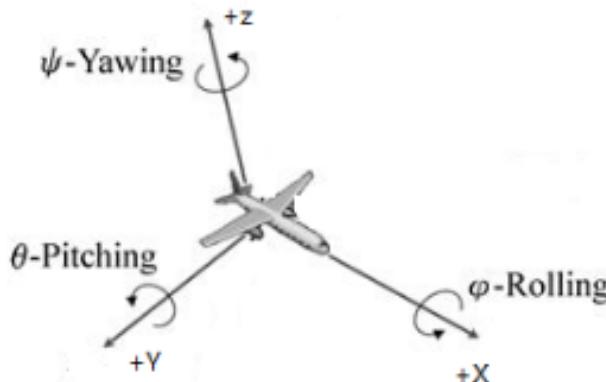
# 方向表述及欧拉角（姿态角）



一个颜色表示一个方向  
(主要用于描述力)



Yaw:偏航  
Pitch:俯仰  
Roll:翻滚  
(主要描述运动)



# 轴承分类及介绍

轴承（按摩擦性质分类）

滑动轴承（石墨铜套、杆端球面轴承等等）

鱼眼杆端关节轴承

高精度 高转速 耐磨静音 性能稳定



石墨铜套自润滑轴承

● 厂家直供 ● 型号齐全 ● 质量保障



滚动轴承

径向上隔离周向运动（分离内外圈）

深沟球轴承

法兰轴承

角接触轴承

推力球轴承

轴向上隔离周向运动（分离两侧）

推力滚针轴承

向心轴承

推力轴承

向心推力轴承

轴承（按载荷性质分类）

带挡边法兰轴承



YXVSY

平面推力球轴承  
一件包邮 精密 顺滑 耐用



可开 尺寸单位：毫米 (mm)

型号	MF83ZZ
内径	3
外径	8
总厚度	3
法兰外径	9.2
法兰厚度	0.6



[通用轴承的分类、结构与代号](#) | [滚动轴承的分类、结构与代号](#) | [轴承](#)

# 轴承分类及介绍——向心轴承



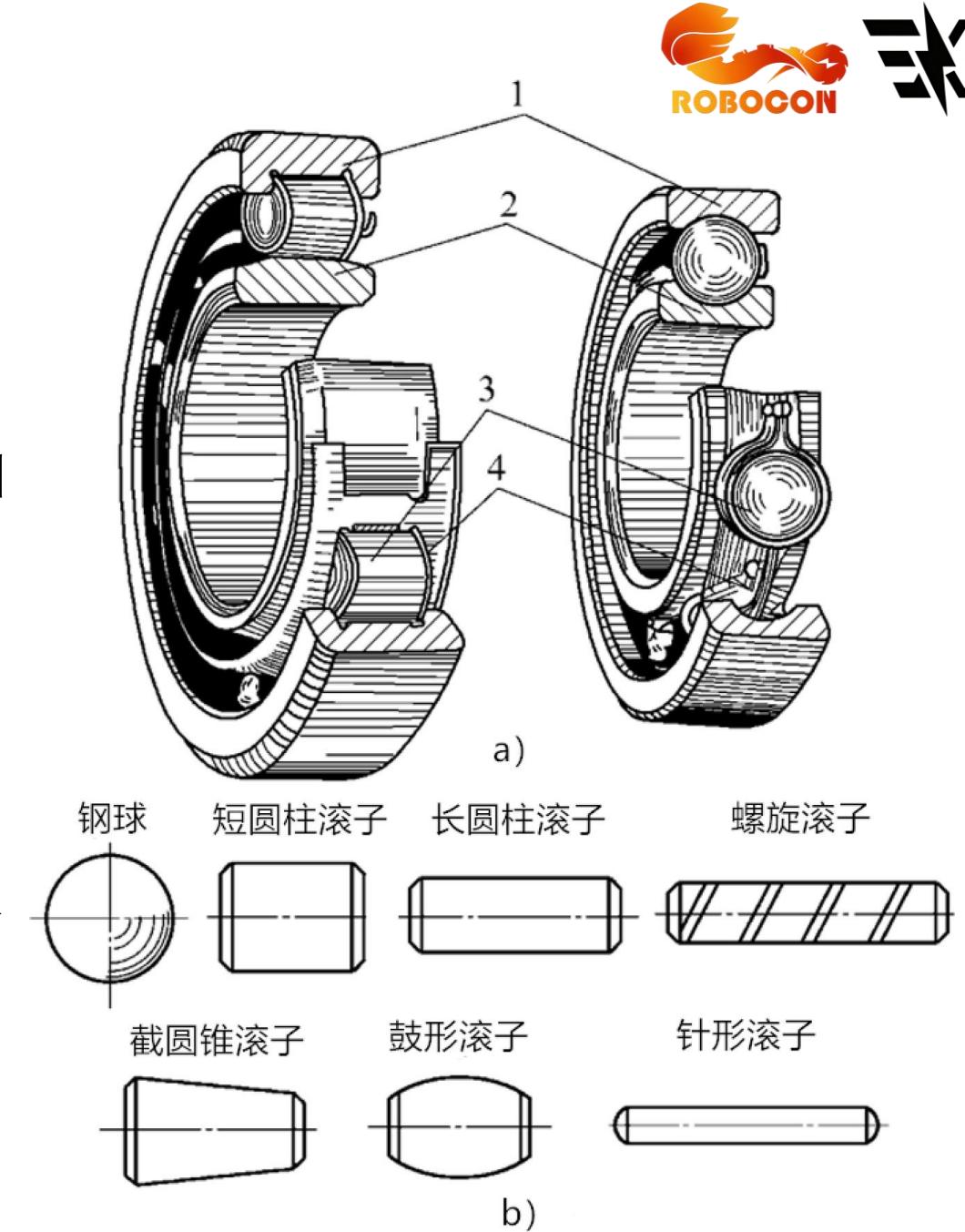
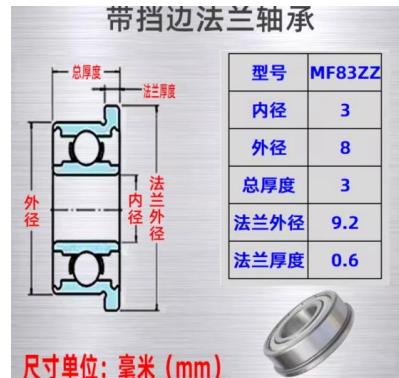
向心：主要承受径向载荷

典例：深沟球轴承

滚动轴承由内圈1、外圈2、滚动体3和保持架4四个部分组成。（防尘盖、润滑脂（油））

当内、外圈相对转动时，滚动体即在内、外圈的滚道间滚动。

其他常见的向心轴承：圆柱滚子轴承、法兰轴承



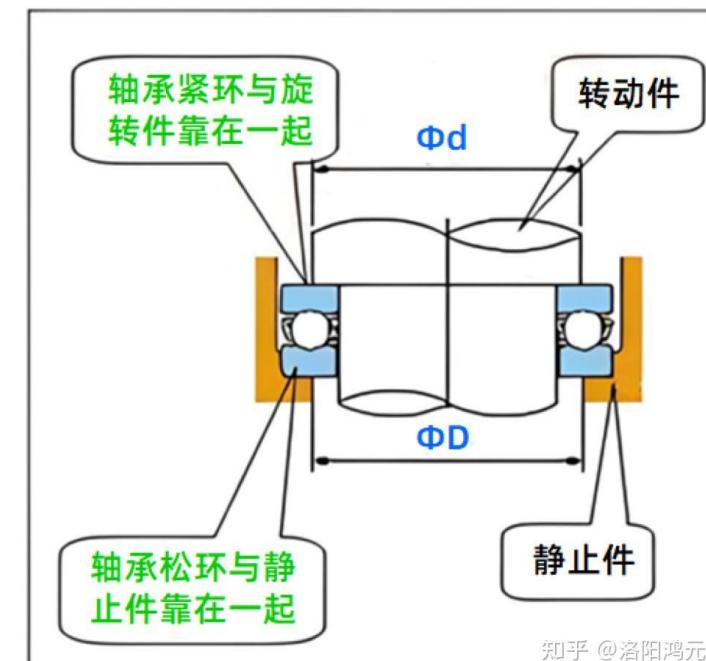
## 推力：主要承受轴向载荷

### 典例：推力球轴承

推力球轴承由座圈、轴圈和钢球保持架组件三部分构成。与轴配合的称轴圈，与外壳配合的称座圈。

#### 装配注意事项：

- 1、分清轴承的紧环和松环（根据轴承内圈大小判断，孔径一般相差0.1~0.3mm）
- 2、保证在使用时轴承要时刻被压住
- 3、无论什么情况，轴承的松环始终应靠在静止件的端面上



# 轴承分类及介绍——向心推力轴承

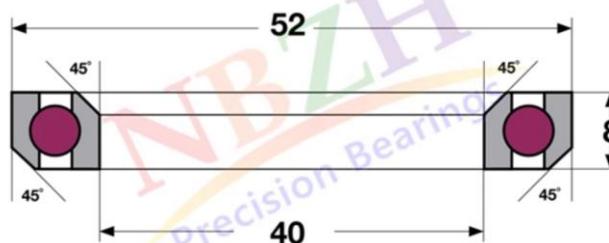


向心：可同时承受径向、轴向载荷

典例：角接触轴承、圆锥滚子轴承

单个轴承只能承受单向的轴向力,因此一般成对使用。

承受轴向载荷的能力与接触角 $\alpha$ 有关。接触角大的,承受轴向载荷的能力也高。



轮腿关节轴系设计——自行车碗组的应用-RoboMaster 社区



图	配置 (例)	特性
	背对背组合 (DB) (例) 7208 A DB	可以承受径向载荷及两个方向的轴向载荷。 作用点距离 $a_0$ 大, 所以适于力矩载荷大的用途。
	面对面组合 (DF) (例) 7208 B DF	可以承受径向载荷及两个方向的轴向载荷。 与背对背成对双联对比, 作用点距离小, 所以力矩载荷能力差。
	并列组合 (DT) (例) 7208 A DT	可以承受径向载荷和一个方向的轴向载荷。以两个轴承承受轴向载荷, 所以, 用于一个方向载荷大的场合。

# 轴承分类及介绍

## 特殊条件轴承选取

径向尺寸极限：薄壁轴承、滚针轴承

轴向尺寸极限：可仅使用推力滚针中间层

工况恶劣/主动冗余：交叉滚子轴承

统一视角：**接触角** 决定载荷性质，大小反应轴向承载力

接触角范围	轴承类型	主要载荷方向
$\alpha = 0^\circ$	径向接触轴承（如深沟球轴承）	主要承受径向载荷
$0^\circ < \alpha \leq 45^\circ$	角接触向心轴承（如角接触球轴承）	径向和轴向联合载荷（轴向能力随 $\alpha$ 增大而增强）
$45^\circ < \alpha < 90^\circ$	推力角接触轴承	主要承受轴向载荷，也可承受径向载荷
$\alpha = 90^\circ$	轴向接触轴承（如推力球轴承）	只能承受纯轴向载荷

画轴承：找选型网站/严格按照表格尺寸

# 轴承分类及介绍——直线副标准件（非轴系）

假一罚十



## 导轨滑块

内置滚珠，滑块禁止空放，滑块带螺纹

导轨定期上油，上有钉孔



## 直线轴承

内置滚珠，禁止空放

导轨定期上油，常用碳管或钢轴

轴承带凹槽，使用卡簧固定



## 工程塑料直线轴承

经久型直柱



自润滑 抗粉尘 低噪音 耐磨损



其他特殊功能、非常规材料轴承：包胶、包塑、U槽、单向、偏心、陶瓷、POM

# 轴及轴系连接件

轴 按轴受载情况分为：

① 转轴 同时承受扭矩和弯矩。

② 心轴 只承受弯矩。心轴又分为固定心轴(工作时轴不转动)和转动心轴(工作时轴转动)。

③ 传动轴 主要承受扭矩。

按结构形状分为：光轴和阶梯轴；实心轴和空心轴。

按几何轴线形状分为：直轴、曲轴和钢丝软轴。

[零件在轴上的定位与固定](#) | [轴的结构设计](#) | [轴及其连接](#)

联轴器详见斯基文档之《传动机构简述》

## 关于卡簧



# 轴及轴系连接件



常见用作轴的标件



对锁螺丝



塞打螺丝



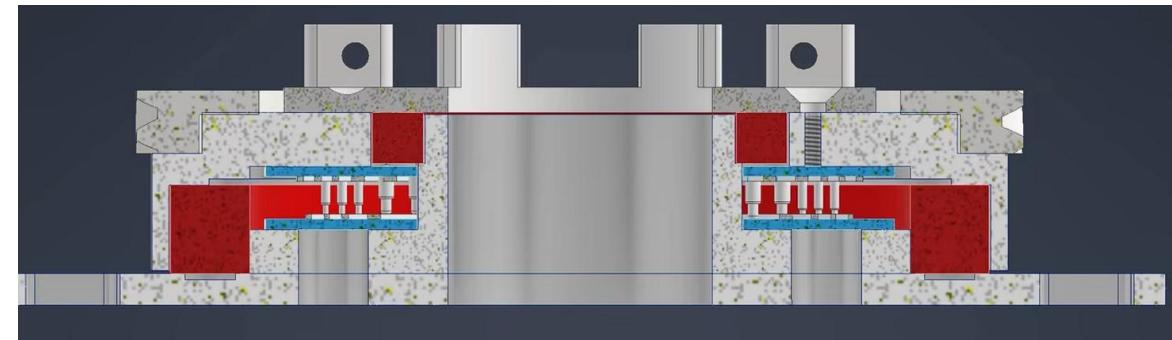
非标件

[导向轴-嘉立创FA商城](#)

cnc件

卡簧销

关于导电滑环：本质为将一根线分为两部分，在两部分旋转时保持始终接触，通过旋转摩擦替代线材缠绕



默孚龙

帽式滑环

外径5.9-25mm  
2-56路电流/信号



[广轻工Inventor战队自研  
滑环内容 哔哩哔哩  
bilibili](#)

【滑环拆解全过程，机械手臂传动导电等必备滑环】  
[https://www.bilibili.com/video/BV1Te411R7kG/?share\\_source=copy\\_web&vd\\_source=dc0c3ed47d9421c1b3abb6a0c0627f36](https://www.bilibili.com/video/BV1Te411R7kG/?share_source=copy_web&vd_source=dc0c3ed47d9421c1b3abb6a0c0627f36)

# 轴系设计原则

轴系是轴、轴承、相关连接件组成动力传输系统，是机器人机械部分的核心。

轴承作用

减摩(减摩与耐磨区分)、承载、保证精度

轴承于轴系的作用

实现稳定的旋转运动、提高轴系效率（速度、精度）

轴系是否必须有轴承

并非，有的地方能转即可（合页）轻载低速

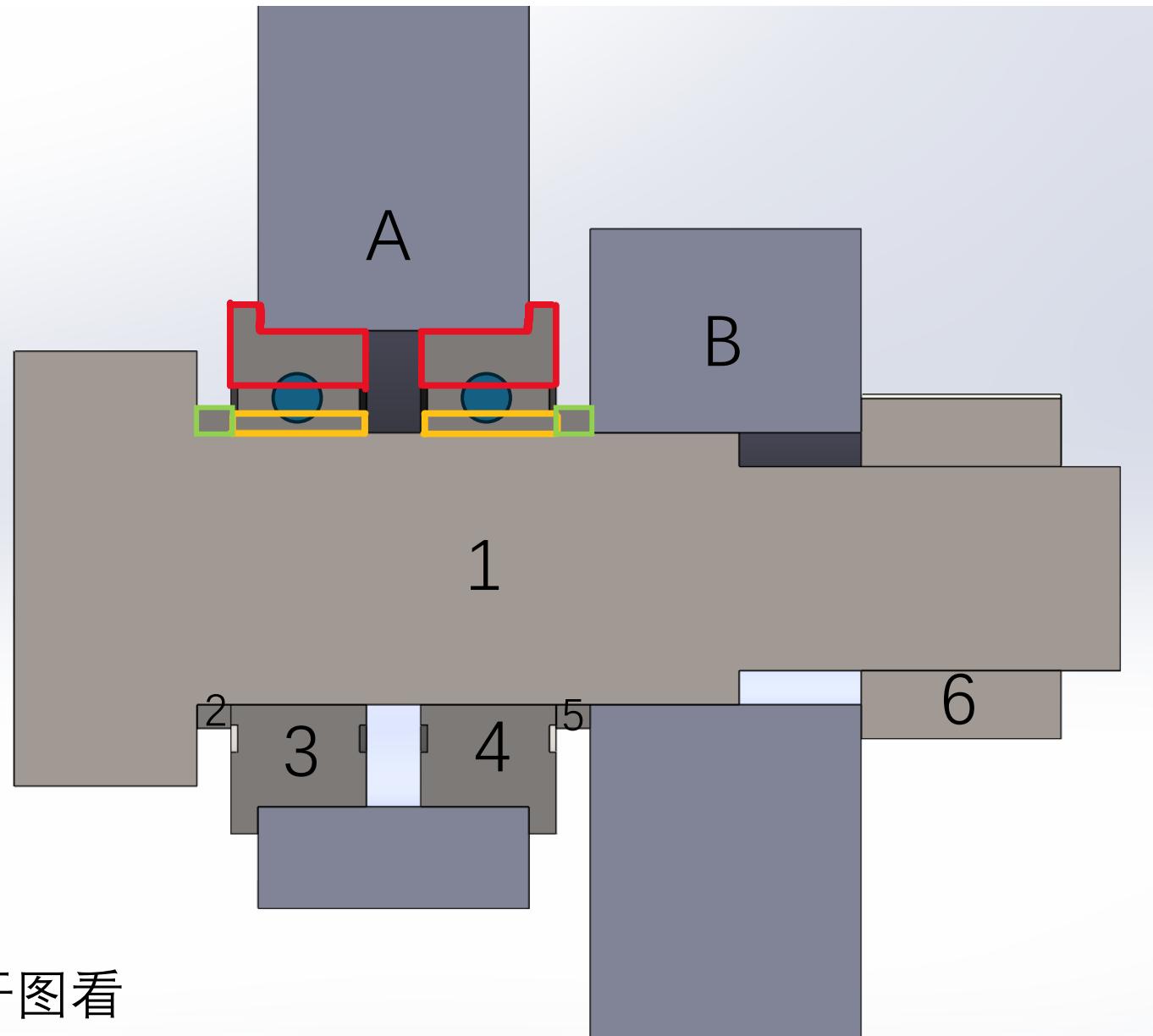
轴系设计基本原则：分离相对运动（动动/动静）(非官方)

轴系设计重要原则：1、轴及轴承径向、轴向固定

2、考虑尺寸、负载、转速

3、考虑可装配性、工艺性等

# 轴系示例讲解——连杆铰链轴系



开图看



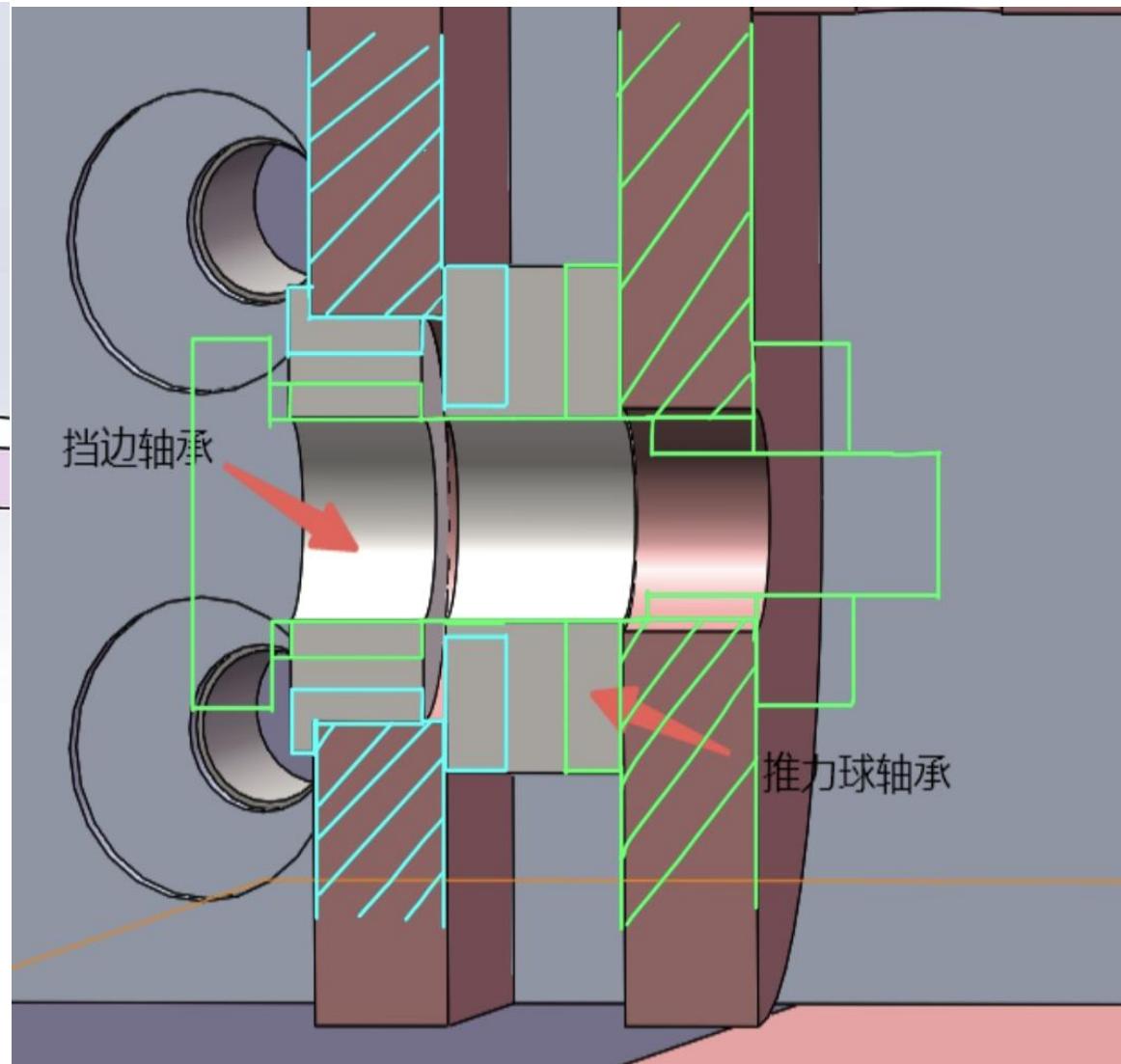
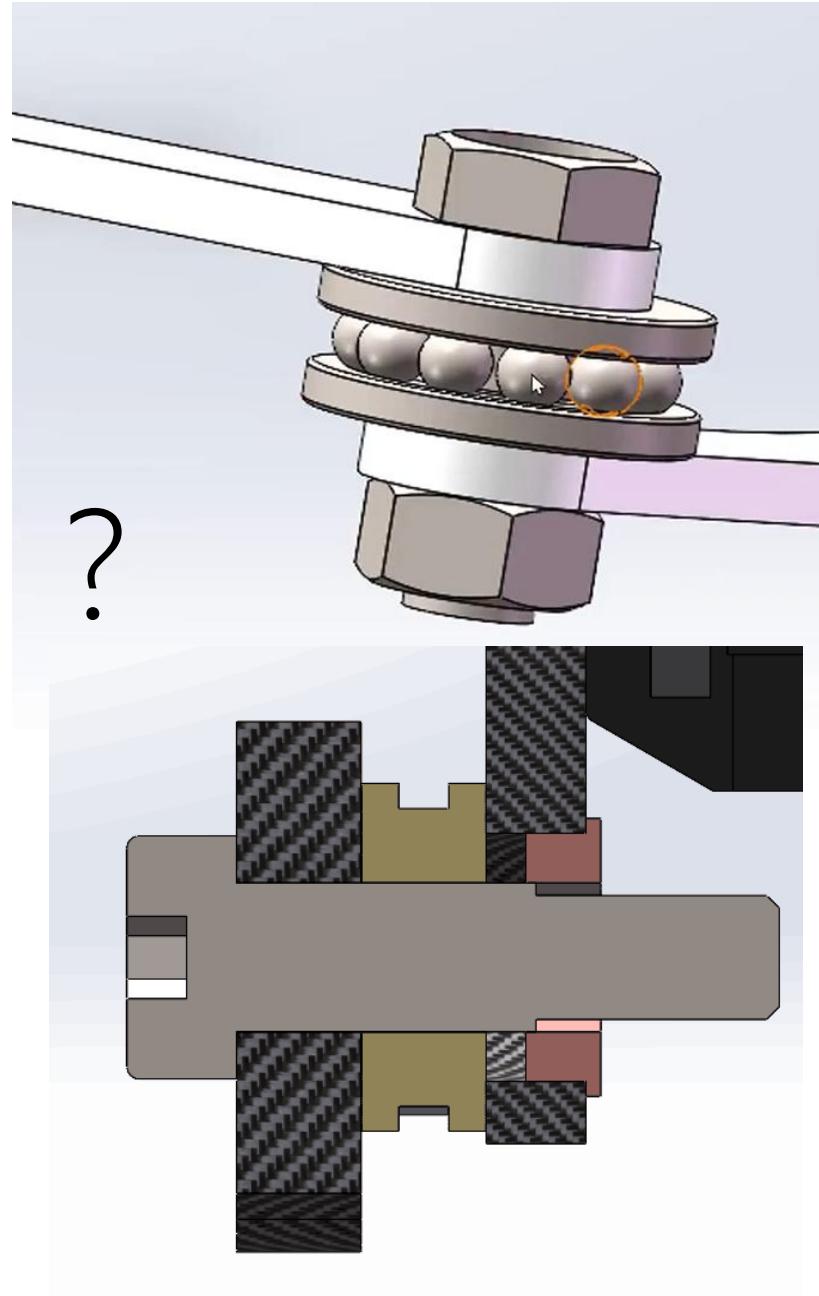
A、B 要连接的两杆  
1 塞打螺丝  
2、5 平垫

3、4 法兰轴承  
6 防松螺母

2、5隔离转动与不转动  
1 须留意光杆与螺纹长度

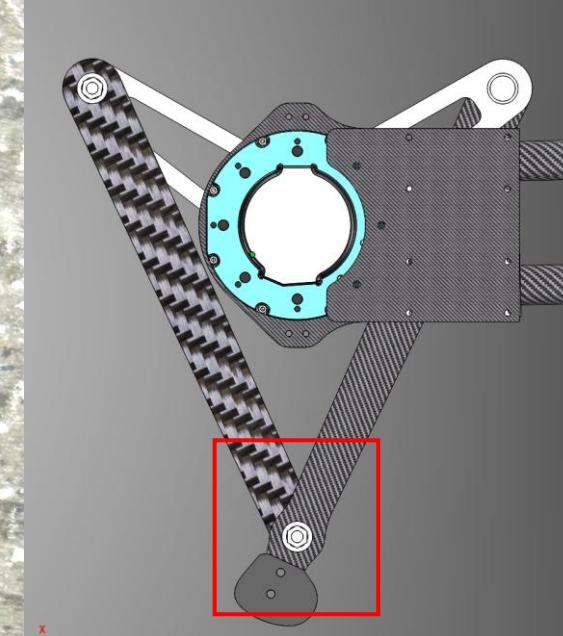
拧紧力太大无法旋转

# 轴系示例讲解——连杆铰链轴系 (如果用推力?)



绿色部分静止，  
蓝色运动  
注意推力轴承松  
紧环位置

# 轴系示例讲解——连杆铰链轴系

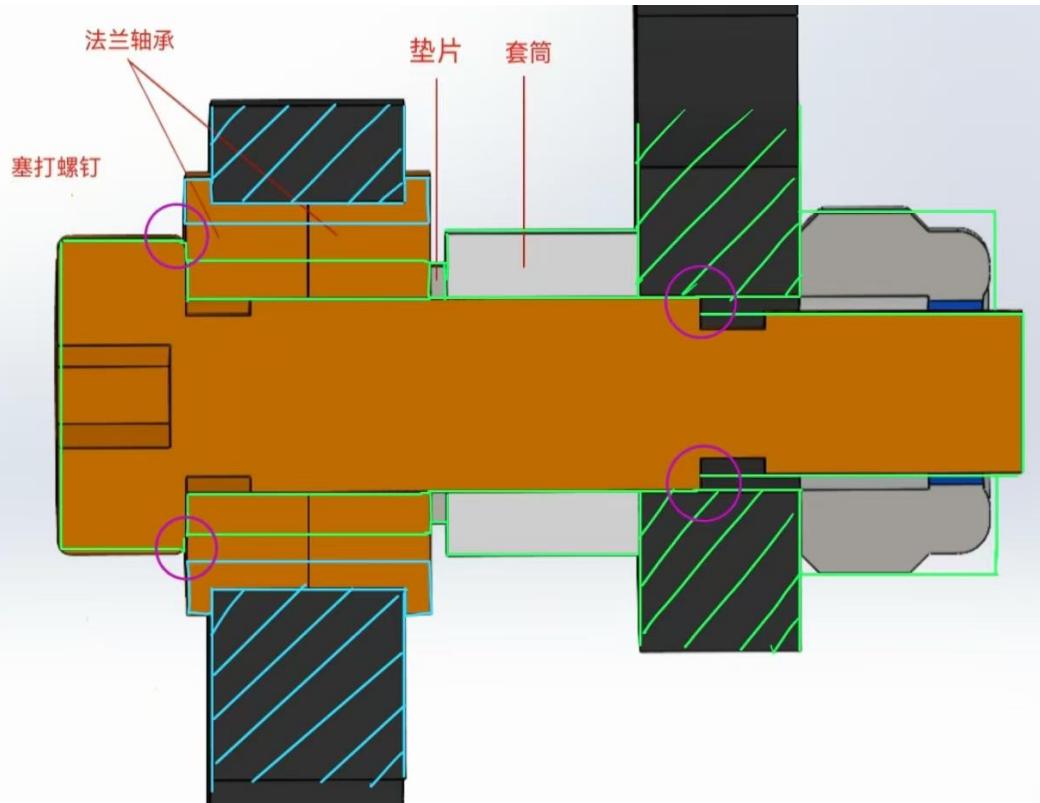


- 1、拧紧力过大
- 2、高速高冲击
- 3、轴承选太小
- 4、径向可能的虚位

# 轴系示例讲解——连杆铰链轴系 (过紧无法转动问题的解决)

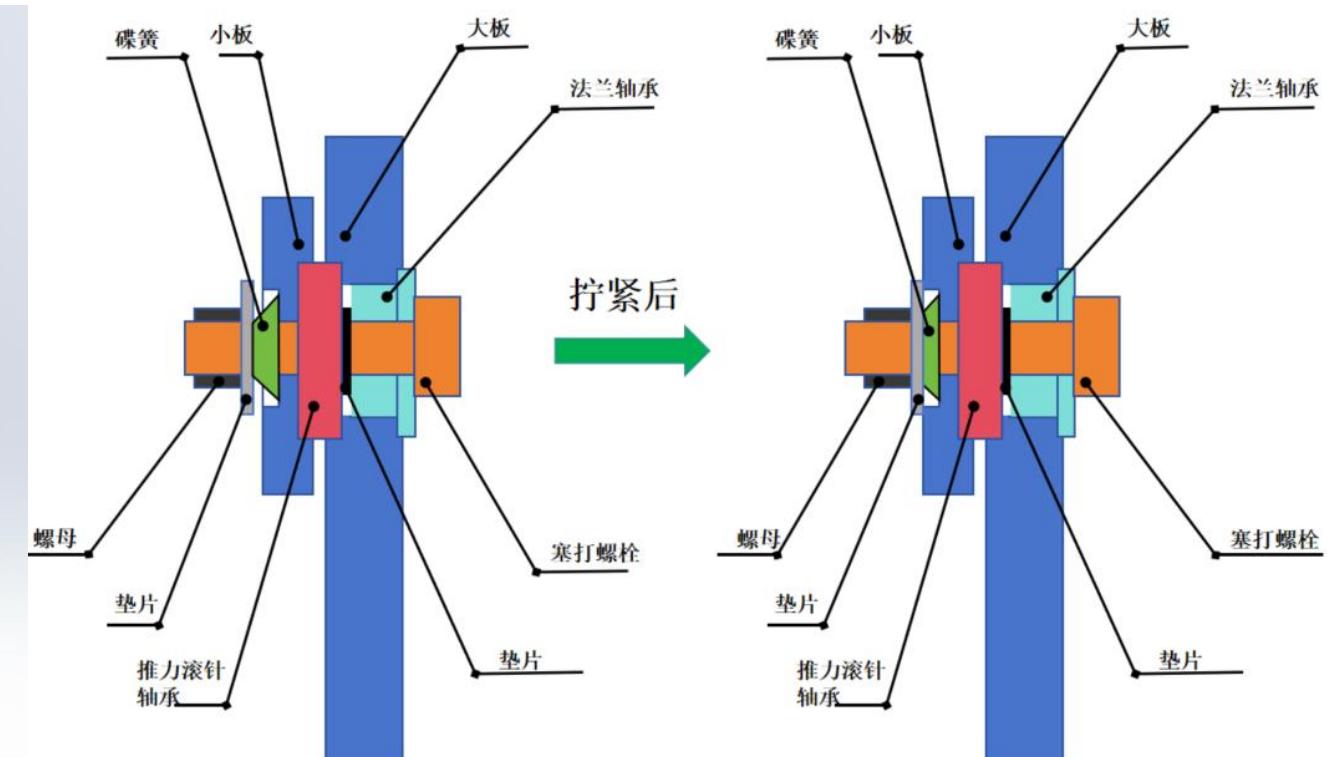
原因：轴系轴向定位依赖的轴向力通过滚动体  
滚动体同时承受安装力与运动载荷

让安装轴系的力尽量不经过滚珠



同济大学SuperPower战队-2026赛季新生培训  
资料-RoboMaster 社区

给轴向安装力限制一个最大值



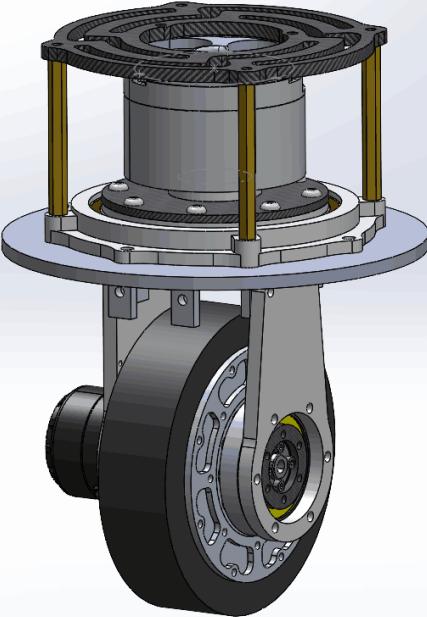
针对轮腿连杆轴系中“拧的太死又会出现两个连杆无法相对  
旋转”问题的解决-RoboMaster 社区

要求高刚度：使用碗组轴承

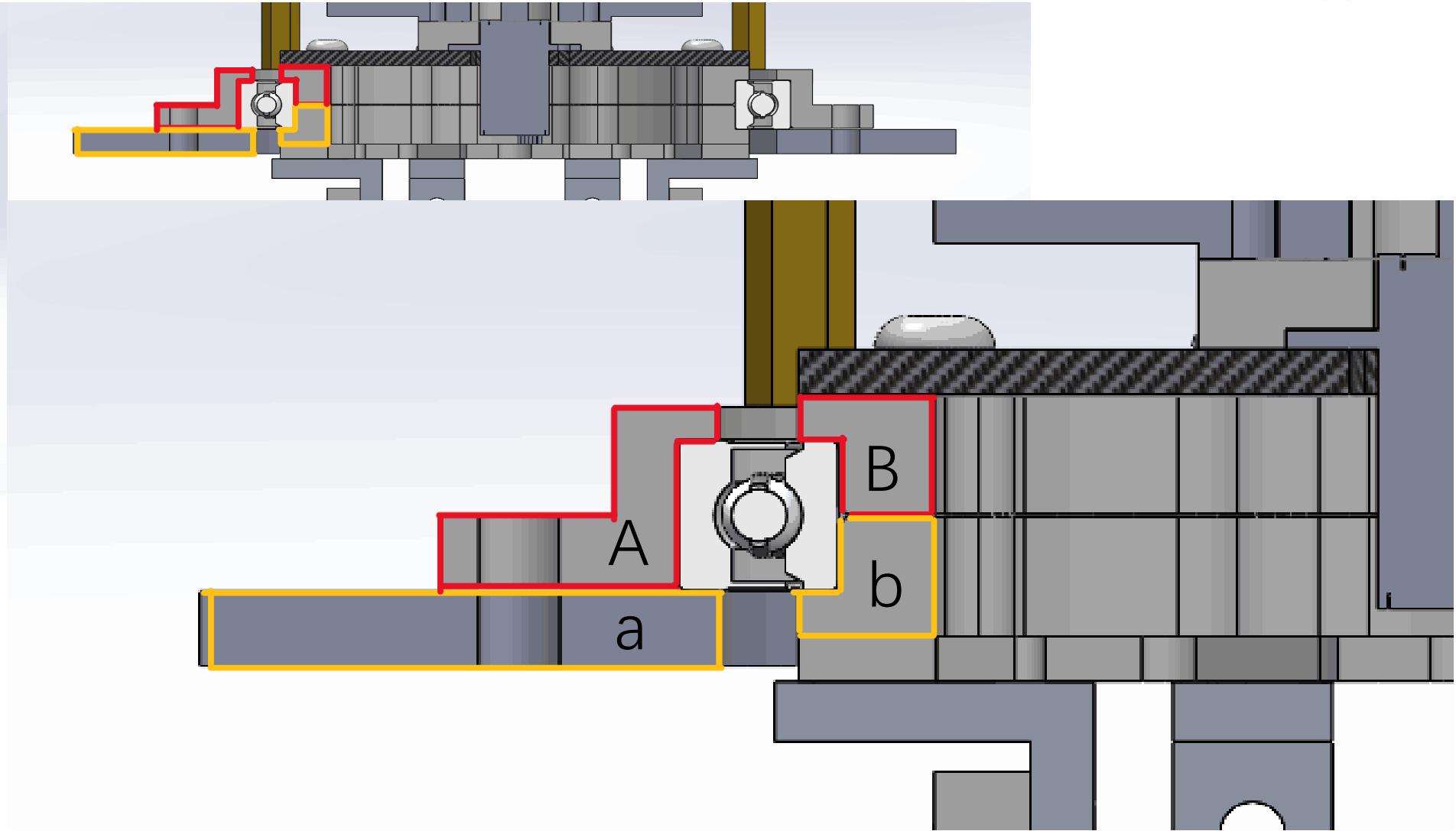
[轮腿关节轴系设计——自行车碗组的应用-RoboMaster 社区](#)

【RM2025-双轮足式串联机器人开源】中南  
大学-荷叶饭-RoboMaster 社区

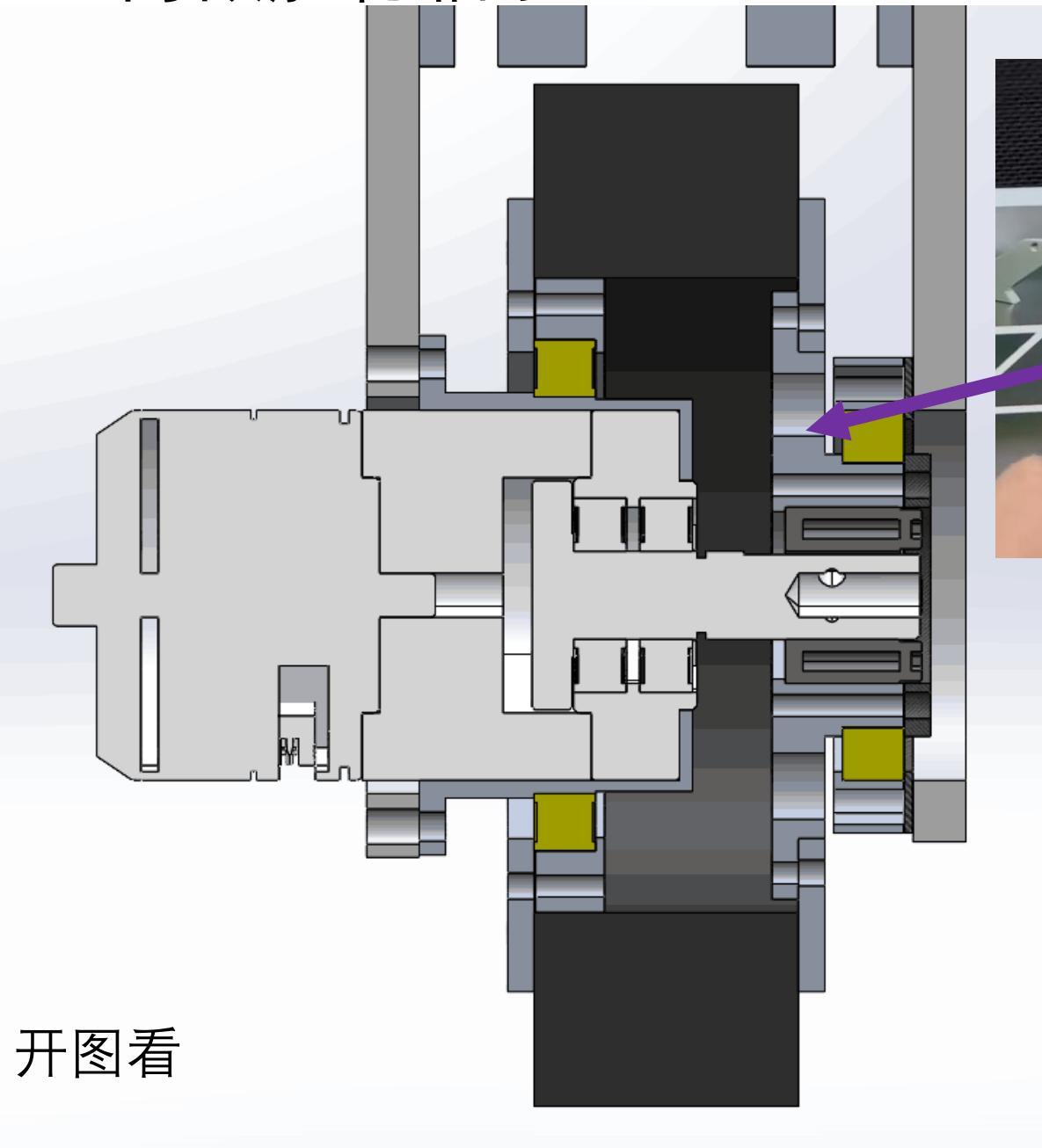
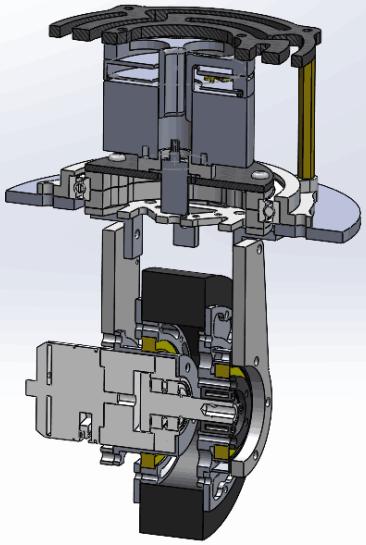
# 轴系示例讲解——舵轮回转轴系



Aa、Bb均为铝件  
一般情况深沟球轴承足够，高冲击重载须使用交叉滚子轴承



# 轴系示例讲解——内嵌舵轮轴系

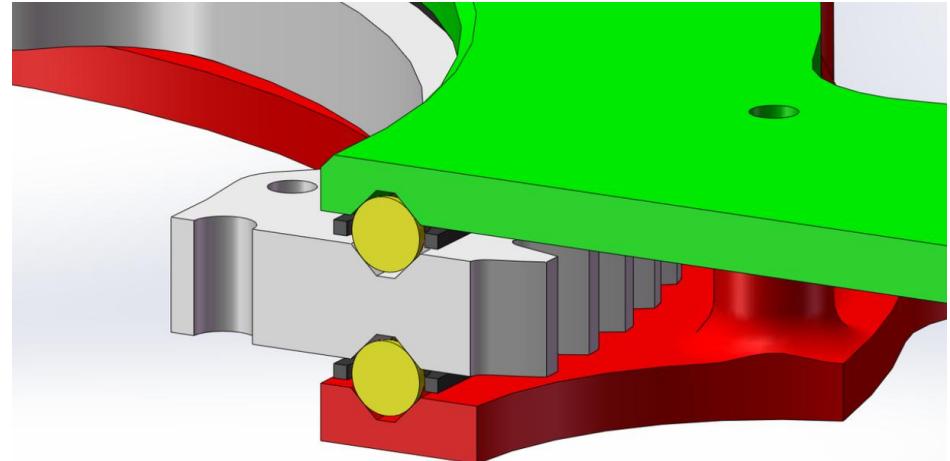


开图看

# 写在后面

轴系设计灵活，有较明显的队伍风格，分析和设计由运动学到动力学逐渐深入，需要细致入微的观察与思考。

多看图 多动手 学无止境



中南大学RC25自制轴承



**嘉立创3D打印**  
高品质快速增材制造服务



AI生成