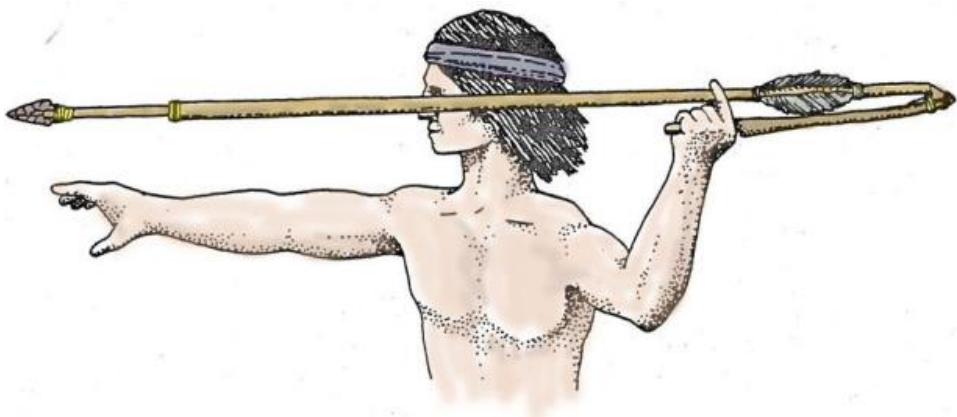

机器人机械设计



朱秋国

浙江大学控制学院
机器人与机器智能实验室

Email: qgzhu@zju.edu.cn

2023年3月27日

课程回顾：

▶ 一、齿轮轮系

- ▶ 齿轮轮系：定轴轮系、周转轮系
- ▶ 周转轮系：行星轮系和差动轮系
- ▶ 周转轮系：机器人应用

▶ 二、连杆传动

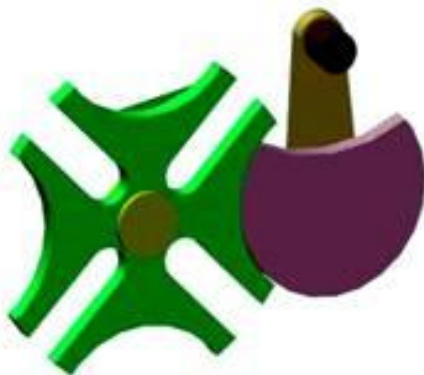
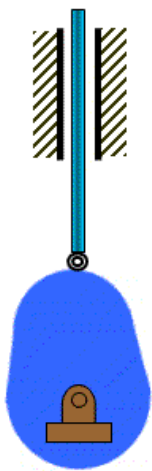
- ▶ 四连杆基本组成
- ▶ 四连杆传动三种基本形式
- ▶ 四连杆传动二种演化形式
- ▶ 四连杆运动学解析法

▶ 三、其他

- ▶ 滑轮、带传动（同步带）、链传动、蜗杆传动
-

传动机构补充：

- ▶ 凸轮机构：恒定输入，变速度输出
- ▶ 步进机构：槽轮/星轮机构
- ▶ 杠杆机构
- ▶ 摩擦传动
- ▶



机械设计——轴系和联接

传动机构



机械设计

执行与驱动



参考手册：

- 1、成大先. 机械设计手册. 化学工业出版社, 2016
- 2、日本机器人学会. 新版机器人技术手册, 2008



1. 轴系设计和联接

轴系设计——滚动轴承



- ▶ 轴承的作用是什么？**用来支撑轴**
- ▶ 滚动轴承是**标准件**，要掌握**合理选择**，**合理使用**。

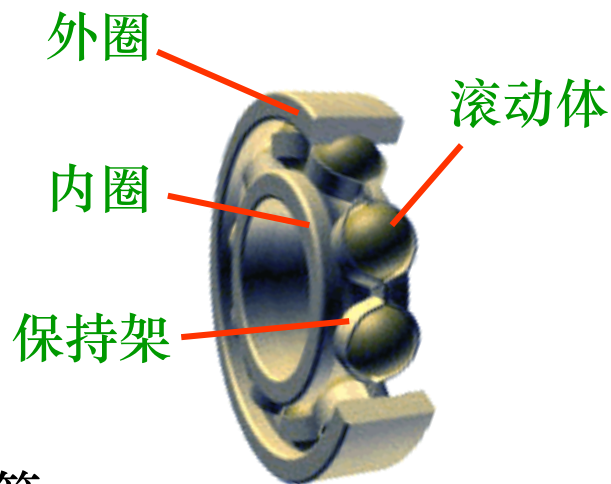
内圈： 装在轴上。

外圈： 装在轴承座孔中。

滚动体： 在两套圈之间滚动并传递载荷。

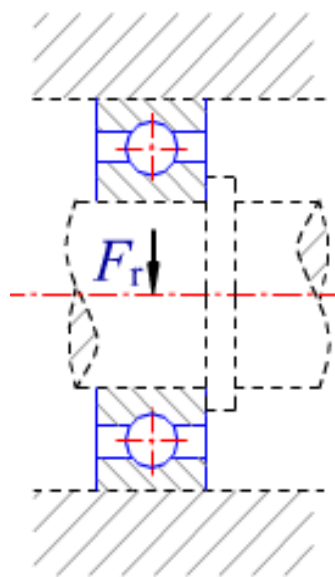
保持架： 将滚动体均匀隔开。

滚动体分为：
 球
 滚子： 圆柱形、圆锥形、滚针等

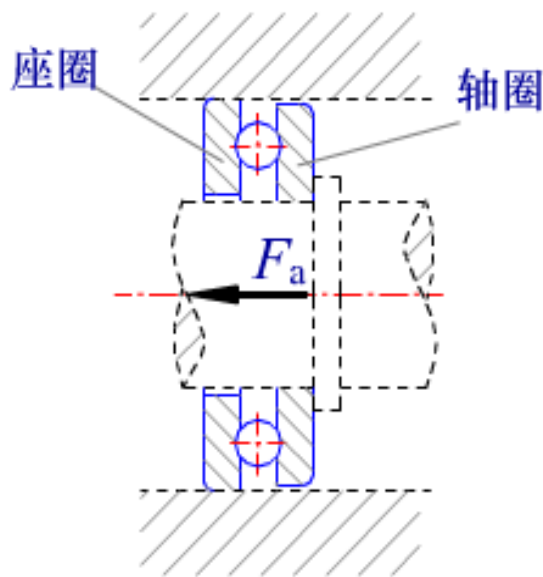


滚动轴承的特点： 旋转精度高、启动力矩小、是标准件，选用方便。

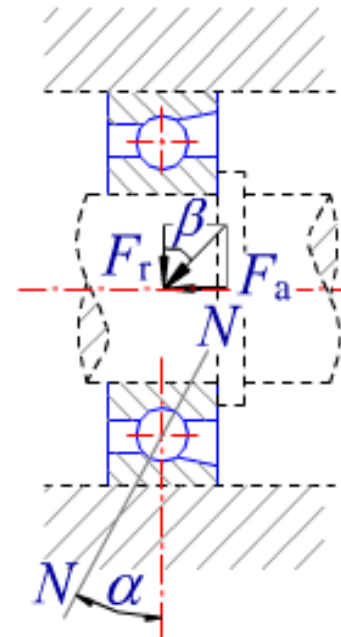
按可承受的载荷方向不同，滚动轴承分为三类：



径向接触轴承



轴向接触轴承



向心角接触轴承

- 主要用来承受径向力
- 主要用来承受轴向力
- 能同时承受径向力和较大的轴向力

接触角 α ：滚动体的载荷方向线与轴承径向平面之间的夹角；

α 越大，可以承受的轴向力越大

最常用的六类轴承：

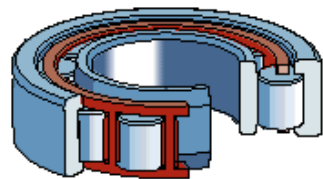
径向接触轴承



深沟球轴承 (6)



调心球轴承 (1)



圆柱滚子轴承 (N、NU)

调心滚子轴承 (2)

滚针轴承 (NA)

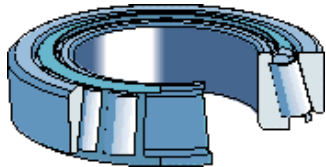
类型代号

向心角接触轴承

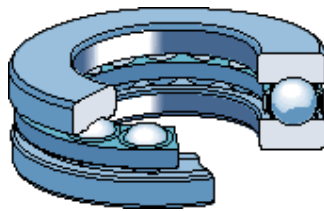
〔成对使用，
反向安装〕



角接触球轴承 (7)



圆锥滚子轴承 (3)



推力球轴承 (5)

推力滚子轴承 (8)

轴向接触轴承



滚动轴承类型的选择

► 载荷的大小、性质和方向

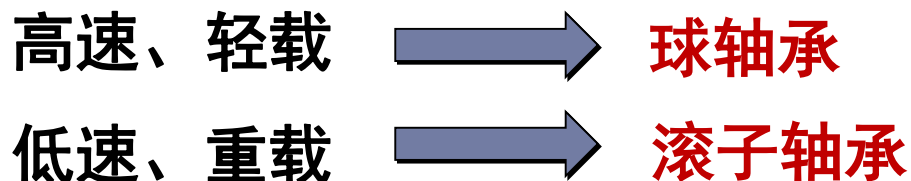
载荷大小 { 小载荷：球轴承（点接触）
大载荷：滚子轴承（线接触）

载荷方向 { 纯 F_R : 6类、N类或NA（滚针轴承）
纯 F_A : 5类、8类（推力圆柱滚子轴承）
 F_R 和 F_A : { $F_R \gg F_A$: 6类、7类（小接触角）
 $F_A \gg F_R$: 5类+6类
 F_A 、 F_R 均较大：3类、7类（大接触角）

载荷性质 { 平稳：球轴承
冲击：滚子轴承

滚动轴承的选择

■ 转速和旋转精度



■ 调心性能

- 内外圈相对偏转一定角度仍可正常运转
- 轴刚性差、轴承座孔同轴度差或多点支撑选调心轴承

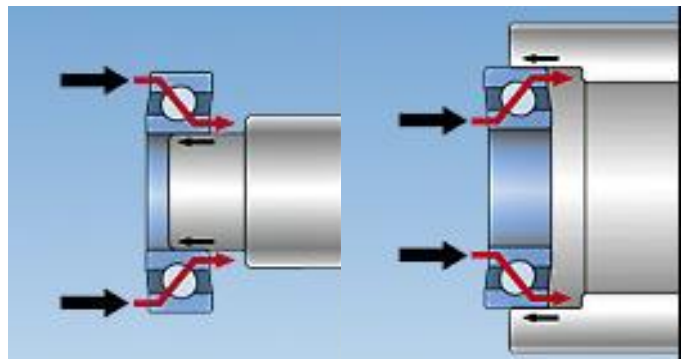
- 经济性 {
 - 球轴承比滚子轴承低
 - 精度低的价格低

滚动轴承的安装

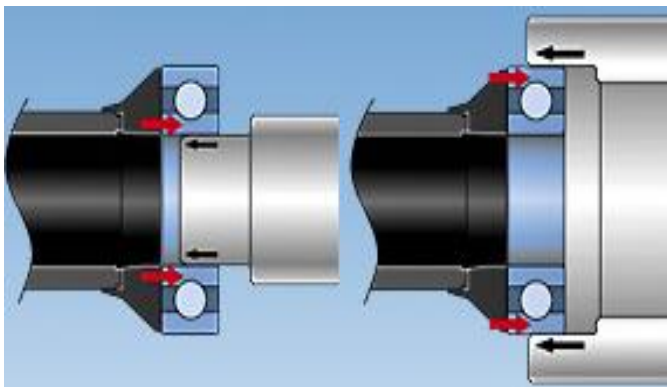
装拆滚动轴承时，**不能通过滚动体来传力**，以免造成滚道或滚动体的损伤。安装需要采用**合适的工具**。

配合过盈量小的中、小型轴承可用**压力机压入**

配合过盈量大的轴承常用**温差法（热胀热缩法）**装配



错误的施力



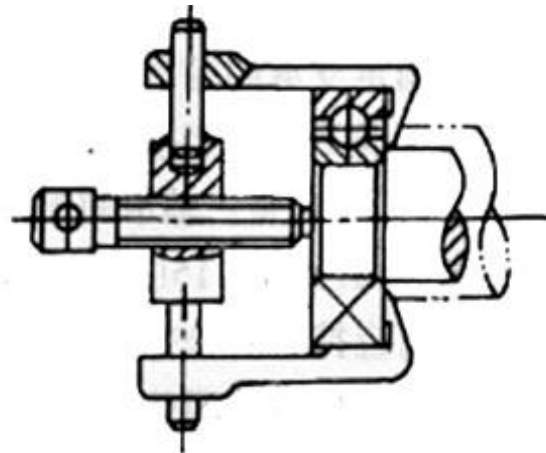
正确的施力



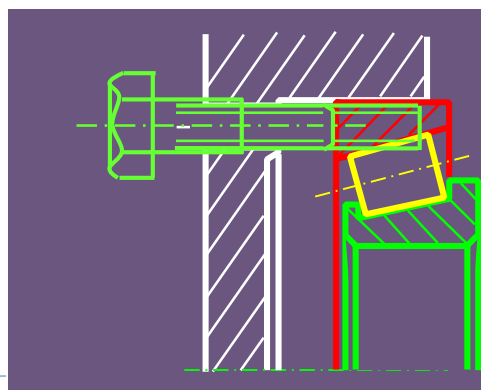
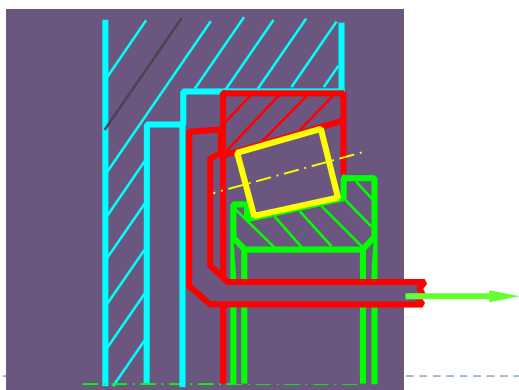
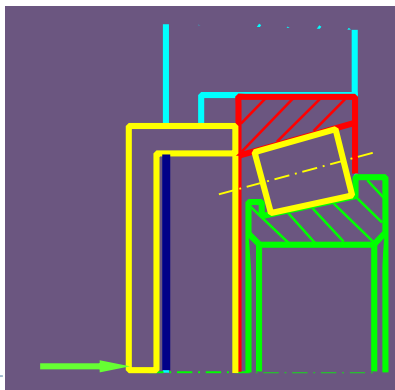
压机

滚动轴承的拆卸

方法1：拉马



方法2：预留拆卸高度或螺孔



轴系设计——滑动轴承（无油润滑轴承）

- ▶ 无油润滑轴承，是**滑动轴承**的一种。
- ▶ 在使用过程中**不用加润滑剂**也能正常运转

常见的做法是将**润滑材料**，如**石墨（黑铅）**、**聚四氟乙烯**、**二硫化钼**等镶嵌的工艺埋入黄铜、青铜、铸铁等合金材料中。



使用过程中，通过**摩擦热使固体润滑与轴摩擦**，**形成油、粉末并存润滑的优异条件**，既保护轴不磨损，又使固体润滑特性永恒。

- ▶ **优点：**尤其是在空间受限，以及承受一定载荷时，可以尝试使用。

- ▶ **缺点：**摩擦相对较大。



如何在机器中合理地使用轴承？——轴承的安装和固定

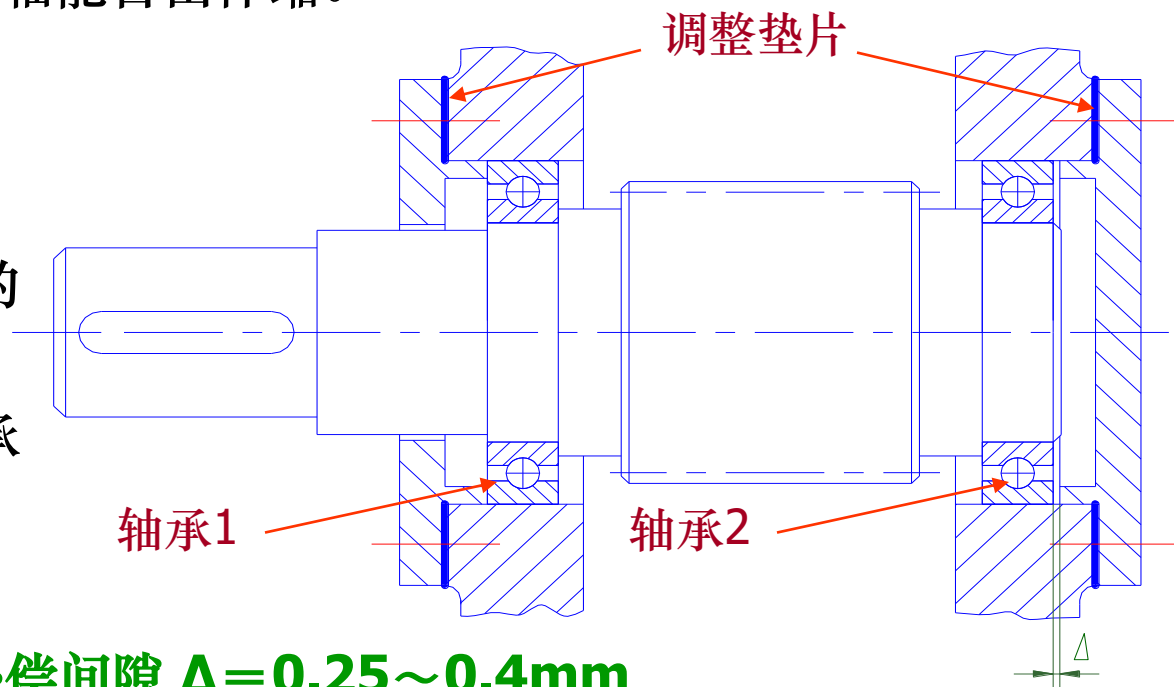
目的：通过轴承与轴和轴承座间的联接固定，使轴系在机器中有确定位置。

要求： { 1) 使轴上的载荷能可靠地传到机架上去，防止轴沿轴向串动。
2) 受热膨胀时，轴能自由伸缩。

➤轴系固定的三种方法：

两端固定支承（最常用）

通过两个轴承共同限制轴的双向串动。其中，轴承1限制轴一个方向的串动，轴承2限制反方向的串动。

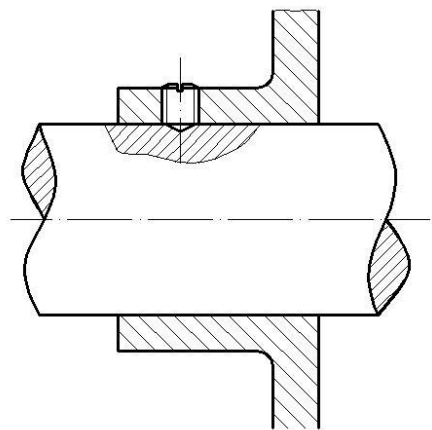


对于深沟球轴承，应留热补偿间隙 $\Delta = 0.25 \sim 0.4\text{mm}$

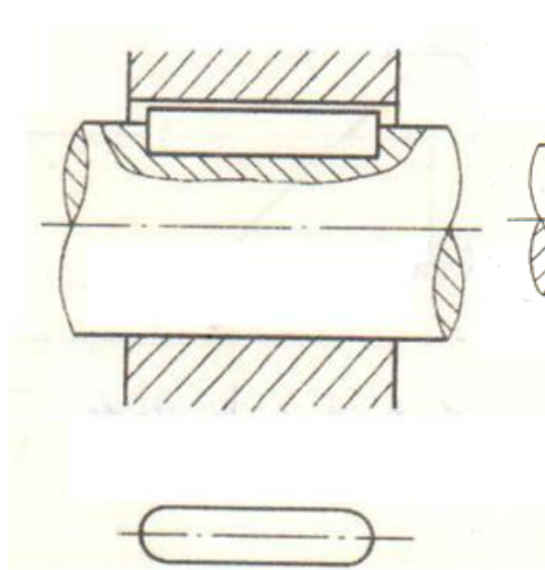
特点：结构简单，安装调整容易，适用于温度变化不大的短轴。

轴系设计——联接（轴向固定）

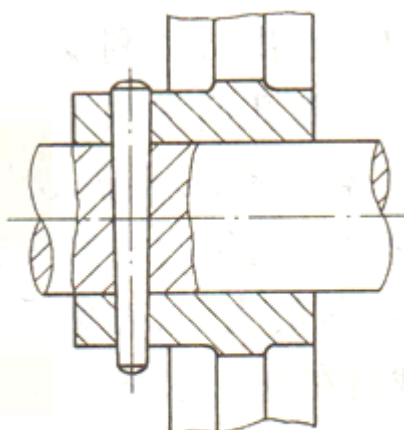
► 轴在轴向上的固定方法：



紧定螺钉



键连接



销连接



联轴器



厌氧胶

The End.

Thanks for your attention.

