



工业机器人的分类

根据机械结构（坐标形式）分类



北京华航唯实机器人科技有限公司
Beijing C.H.L. Robotics Co., Ltd.



黄冈职业技术学院
Huanggang Polytechnic College



主要内容

- 要求熟练掌握工业机器人的分类方法。
- 掌握并联机器人和串联机器人的分类和特点。





按机器人的发展等级分类

- 机器人的分类及功能概要

机器人种类	简要解释
操作型机器人	能自动控制可重复编程，多功能，有几个自由度，可固定或运动，用于相关自动化系统中
程控型机器人	按预先的要求及顺序条件，依次控制机器人的机械动作
示教再现型机器人	通过引导或其它方式，先教会机器人动作，输入工作程序，机器人则自动重复进行作业
数控型机器人	不必使机器人动作，通过数值、语言等对机器人进行示教，机器人根据示教后的信息进行作业
感觉控制型机器人	利用传感器获取的信息控制机器人的动作
适应控制型机器人	机器人能适应环境的变化，控制其自身的行动
学习控制型机器人	机器人能“体会”工作的经验，具有一定的学习功能，并将所“学”的经验用于工作中
智能机器人	以人工智能决定其行动的机器人



按照机械结构（坐标形式）分类

- 串联机器人



并联机器人





串联机器人

串联机器人是开式运动链，它是由一系列连杆通过转动关节或移动关节串联而成。关节由驱动器驱动，关节的相对运动导致连杆的运动，使手爪到达一定的位姿。机构运动特征是用其坐标特性来描述的。按基本动作机构，工业机器人通常可分为：

- 柱坐标机器人
- 球坐标机器人
- 笛卡尔坐标机器人
- 多关节型机器人。

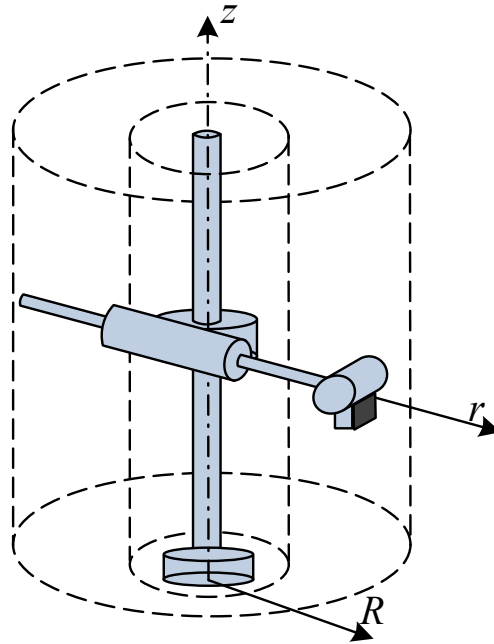




柱坐标机器人

当水平臂或杆架安装在一垂直柱上，而该柱又安装在一个旋转基座上，这种结构可称为柱坐标机器人。

柱坐标机器人具有一个回转和两个平移自由度，其动作空间呈圆柱体。





柱坐标机器人运动特点如下：

- 手臂可伸缩（沿 r 方向）
- 滑动架（或托板）可沿柱上下移动（ z 轴方向）
- 水平臂和滑动架组合件可作为基座上的一个整体而旋转（绕 z 轴）

一般旋转不允许超过 360°

根据机械上的要求，其手臂伸出长度有一最小值和最大值，所以机器人总的体积或其工作包络范围呈圆柱体。





球坐标机器人

球坐标机器人的空间位置分别由旋转、摆动和平移 3 个自由度确定。由于机械和驱动连线的限制，机器人的工作包络范围是球体的一部分。

其工作特点如下：

- 手臂可伸出缩回范围 R ，类似于可伸缩的望远镜套筒
- 在垂直面内绕 β 轴旋转
- 在基座水平内转动角度为 θ

β

θ

R





笛卡尔坐标机器人

笛卡尔坐标机器人也称为直角坐标机器人，按其结构样式可分为两类：悬臂笛卡尔式和门形笛卡尔式。

- 悬臂笛卡尔式机器人

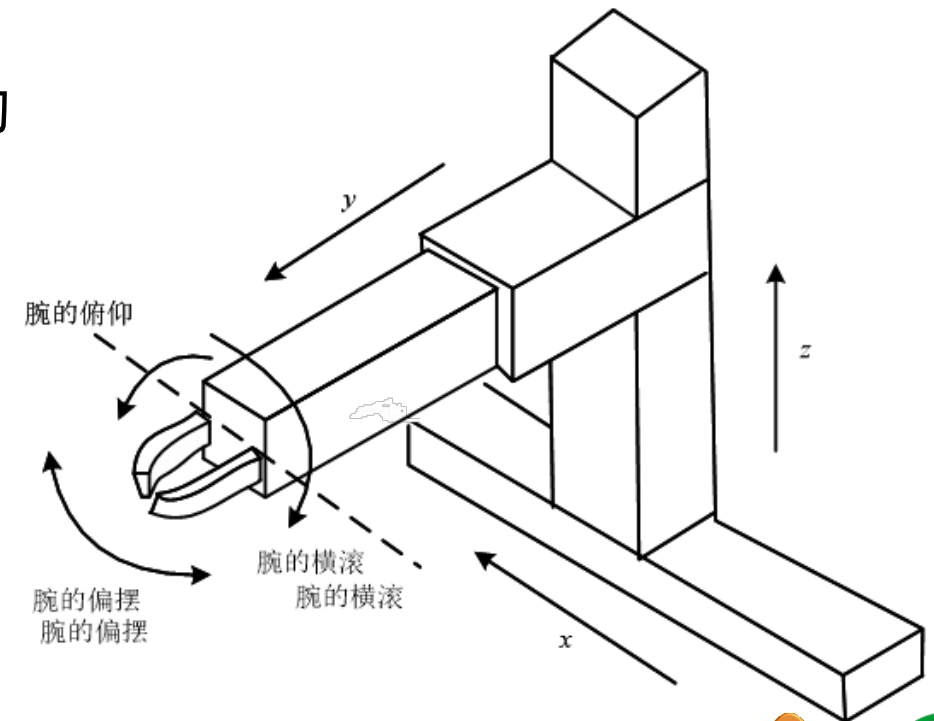
只在平行于笛卡尔坐标轴 X 、 Y 、 Z 的方向上移动

其工作空间所受约束较其它机器人所受的约束少

重复性和精度高

其坐标更近乎于自然状态，故编程容易

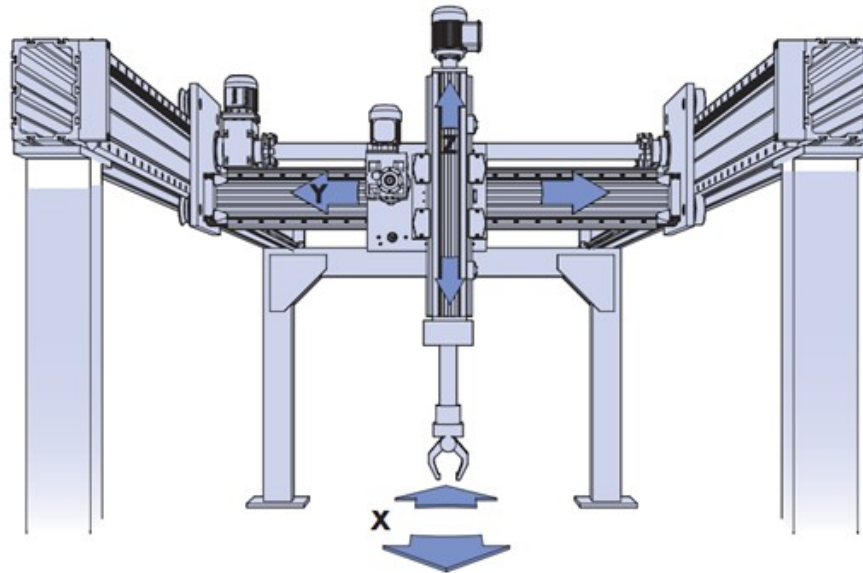
有些运动形式，此结构可能较难完成





- 门形笛卡尔式机器人

门形笛卡尔式机器人也称为桁架机器人，。它一般在需要精确移动及负载较大的场合使用，这类机器人常常安装在顶板（天花板）上。

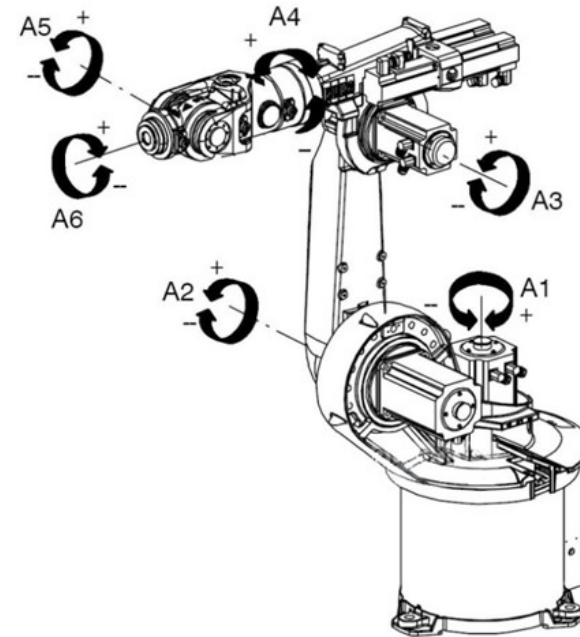




多关节机器人

多关节型机器人由多个旋转和摆动机构组合而成。这类机器人结构紧凑、工作空间大、动作最接近人的动作，对涂装、装配、焊接等多种作业都有良好的适应性，应用范围越来越广。依据其动作空间的形状可分为三种：

- 纯球状
- 平面四边形球状
- 圆柱状

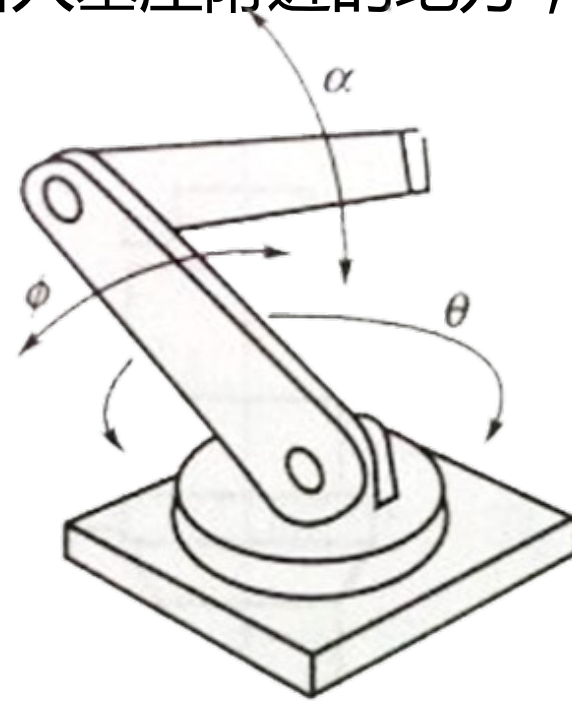




- 纯球状

这种最普通的关节结构中，机器人所有的连杆都用枢轴装置而成，因而都可以旋转。

这种设计的优点主要是机械臂可以够得着机器人基座附近的地方，并越过其工作范围内的人和障碍物。

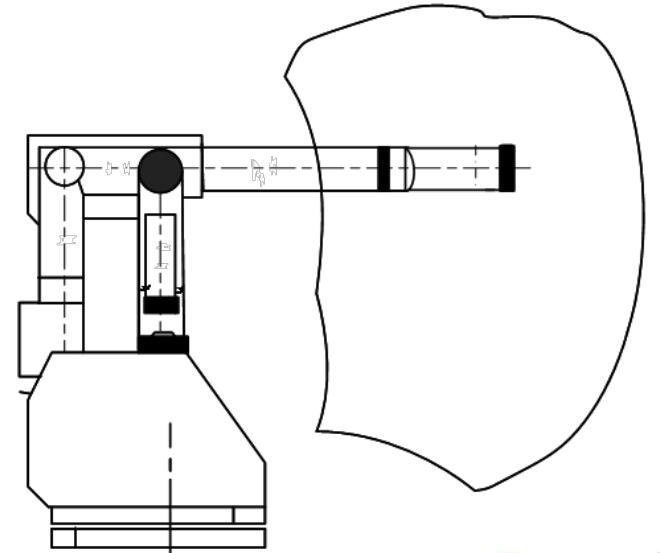




- 平行四边形球状

用多重闭合的平行四边形的连杆机构代替单一的刚性构件的上臂的机器人即为平行四边形球状。这种结构有以下几个优点：

- 它允许关节驱动器位置靠近机器人的基座或装在机器人的基座上采用同样大小的执行器时所具有的承载能力就比球体关节的机器人要大。
- 这种结构的机器人刚度比其它大多数机械手大。
缺点是工作范围相比，受到较大限制。



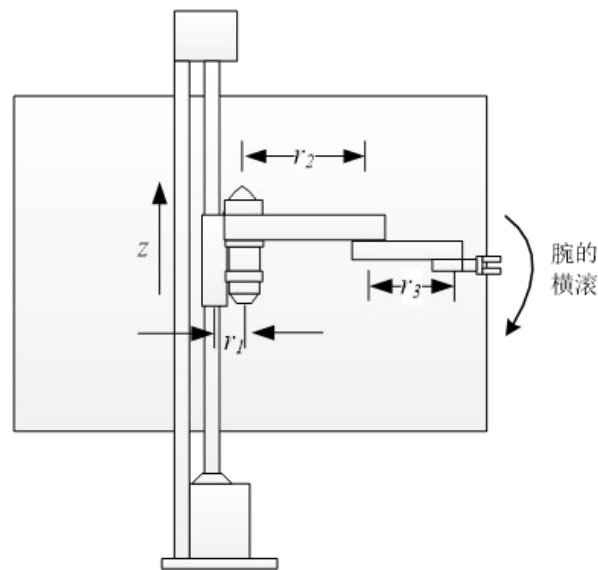


- 圆柱状

圆柱状关节机器人也称为 SCARA 机器人，这种结构用多重铰接开放运动学链系代替纯圆柱状机器人中的单一 γ 轴部件。

具有精密且快速的优点，但一般垂直作用范围有限（ Z 方向）。

通常 Z 方向用一简单的气缸或步进电机控制，而其它轴则采用较精巧的电气执行器。





并联机器人

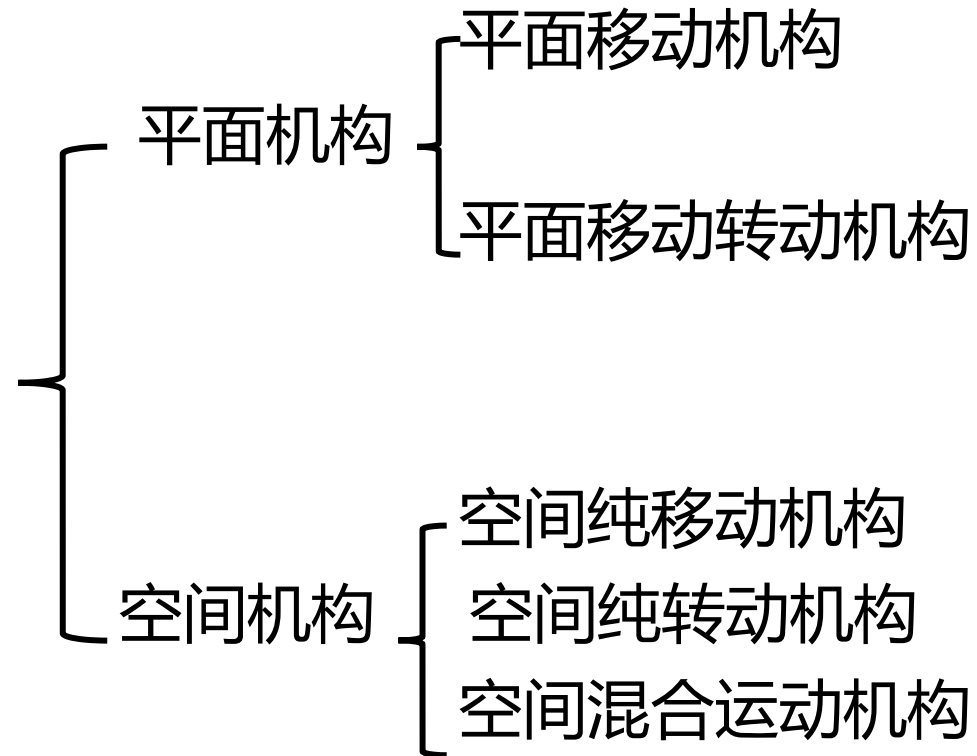
并联机器人的并联机构是一种闭环机构，其动平台或称末端执行器通过至少两个独立的运动链与支架相连接。它与串联机器人在哲学上呈对立统一的关系，具有如下几个特点：

- 无累积误差，精度较高
- 驱动装置可置于定平台或接近动平台的位置，这样运动部分重量轻，速度高，动态响应好
- 结构紧凑，刚度高，承载能力大
- 完全对称的并联机构具有较好的各向同性
- 工作工件较小





机器人的并联机构依据运动形式可分为两类：





按照并联机构的自由度来分：

- 两自由度并联机构
- 三自由度并联机构
- 四自由度并联机构
- 五自由度并联机构
- 六自由度并联机构

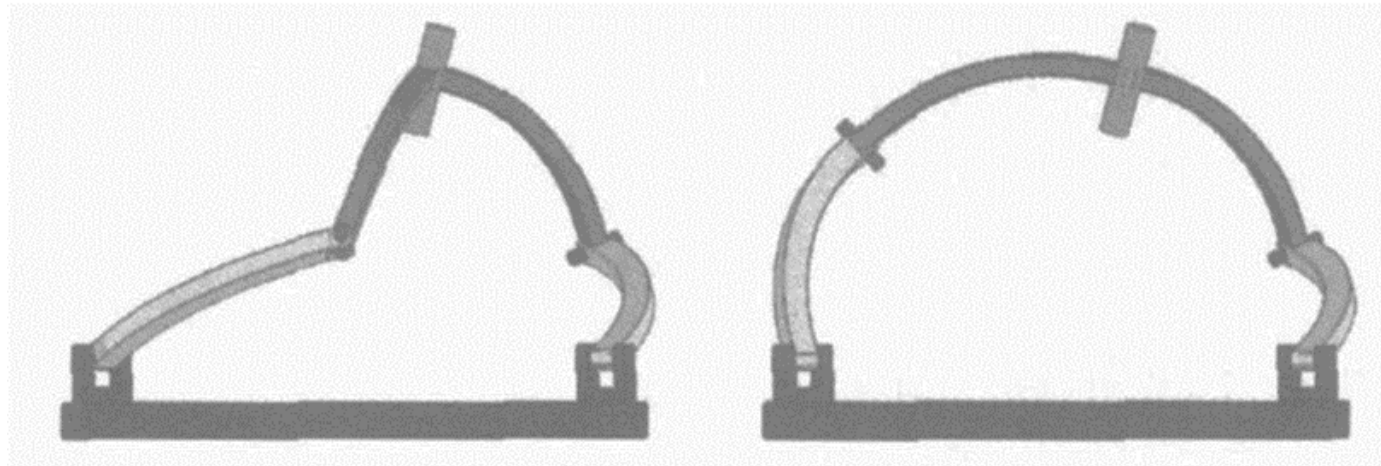




两自由度并联机构

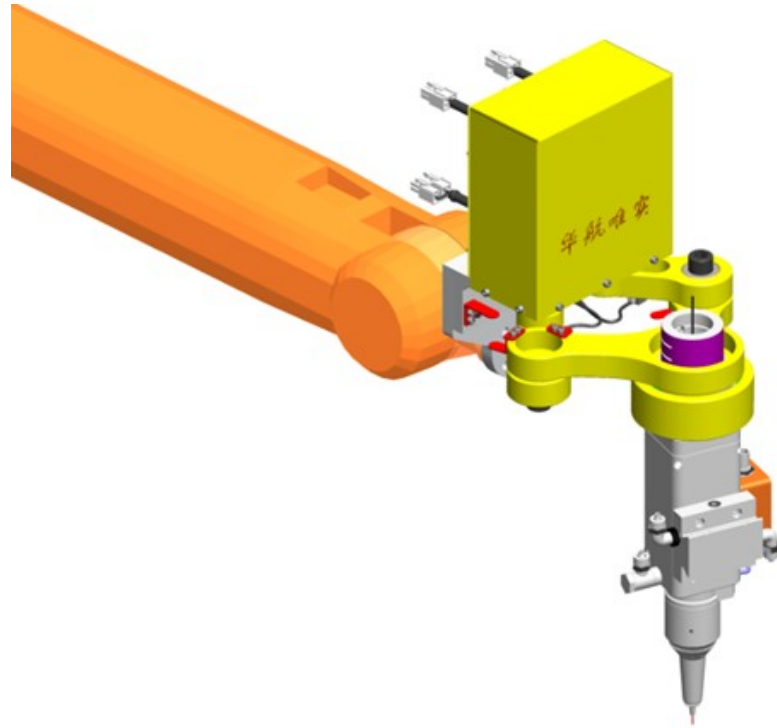
两自由度并联机构是并联机构领域中，自由度最少的机构。依据结构形式可分为平面结构和球面结构两大类，主要适用于平面或球面定位。

两自由度并联机构的结构形式如 5-R、3-R-2-P（R 表示转动副、P 表示移动副）。





平面两自由度并联机器人是指能够实现平面 2 个移动自由度机器人。主要应用于在空间内定位平面内的点，能够实现平面上任意轨迹。平面 5 杆机构是最典型的 2 自由度并联机构，这类机构一般具有 2 个移动运动。

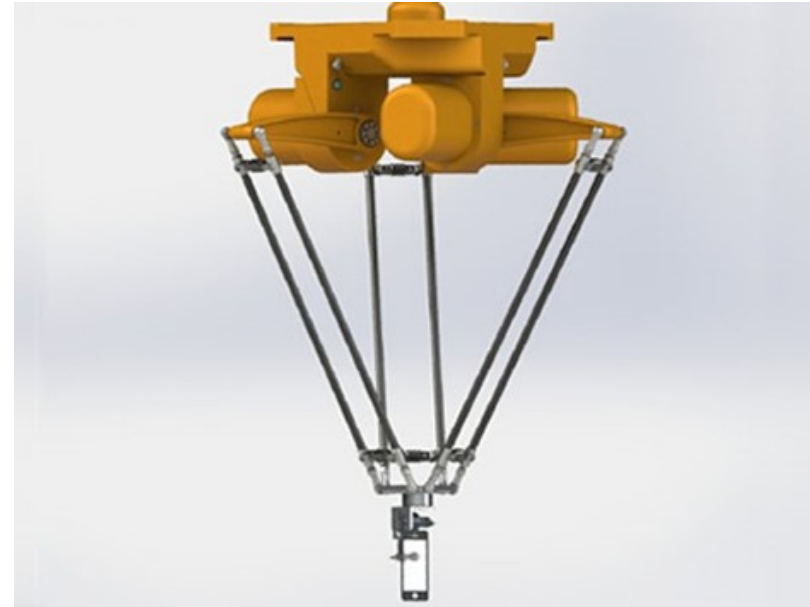




三自由度并联机构

三自由度并联机构种类较多，形式较复杂，一般三自由度并联机构具有以下几种形式：

- (1) 平面三自由度并联机构。
- (2) 球面三自由度并联机构
- (3) 三自由度移动并联机构
- (4) 空间三自由度并联机构
- (5) 增加辅助杆件和运动副的空间机构





四自由度并联机构

四自由度并联机构大多不是完全并联机构，如 2-UPS-1-RRRR 机构，运动平台通过 3 个支链与定平台相连，有 2 个运动链是相同的，各具有 1 个虎克铰 U、1 个移动副 P，其中 P 和其中一个的 R 是驱动副，因此这种机构不是完全并联机构。





五自由度并联机构

国际上一直认为不存在全对称五自由度并联机器人机构。相对而言，非对称五自由度并联机构比较容易综合。Lee 和 Park 在 1999 年提出一种结构复杂的双层 5 自由度并联机构，Jin 等在 2001 年综合出具有三个移动自由度和两个转动自由度的非对称 5 自由度并联机构，高峰等在 2002 年通过给六自由度并联机构添加一个五自由度约束分支的方法，综合出两种 5 自由度并联机构。

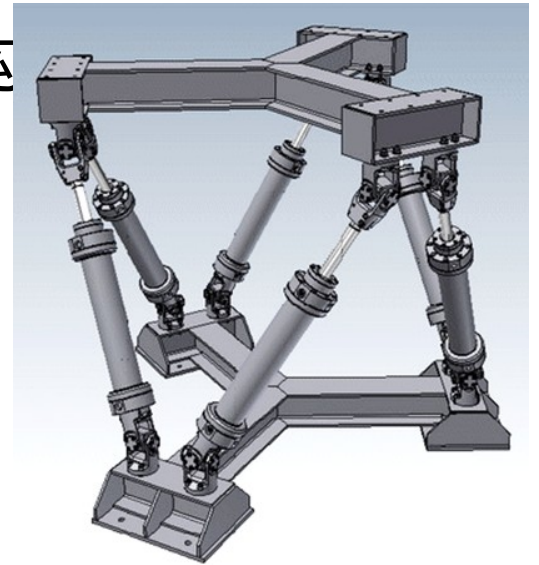




六自由度并联机构

六自由度并联机构是并联机器人机构中的一大类，它们广泛应用于飞行模拟器、6 维力与力矩传感器和并联机床等领域。

- 6 个运动链
- 拥有 3 个运动链的六自由度并联机构
- 在 3 个分支的每个分支上附加一个 5 杆机构作为驱动机构





总结

通过学习，掌握工业机器人的分类方法和各类工业机器人的特点。

