

气动并联搬运机器人技术

1 背景及意义

上世纪八十年代以来，通过将机床结构技术与关节型串联机器人技术有机结合，一类以并联机器人为主机构的工业搬运机器人引起了工业界及学术界的普遍关注。3-UPU 型机器人是一种少自由度并联机器人，整个机构由动平台、静平台和三个可伸缩连杆构成，动平台可实现空间三自由度平动。该机器人结构简单易于实现、成本较低，而且有很好的刚度与承载能力。

目前，并联机器人的驱动方式主要有液压、电动及气动伺服。与电动、液压伺服技术相比，气动伺服技术具有成本低廉、结构简单、维护方便等优点，尤其擅长于提供直线驱动。以金属间隙密封气缸作为伺服驱动器，可有效避免传统气缸摩擦力带来的强非线性，并能实现高速运动。3-UPU 型机器人采用金属间隙密封气缸作为驱动器，市场竞争力强。

2 技术解决方案

(1) 位姿控制

由于气体的可压缩性、阀口流动的非线性和压力传递的时延性，都使得高精度的气缸位置控制变得困难。为实现高精度的机器人位姿控制，采用自控绕技术构建控制器，利用微分跟踪器跟踪安排过渡过程，从而有效降低超调；基于非线性 PID 控制率，使稳态误差以幂函数形式递减，加快响应速度。

(2) 末端接触力控制

为精确控制机器人末端与外界环境的接触力，机器人在基于位置的阻抗控制基础上，引入参考力，从而得到机器人末端与外界环境之间的二阶微分关系。通过三维力传感器反馈的力误差在线修正目标位置，并实时检测目标位置和控制调整值的和，实现对系统末端接触力的实时自适应控制。

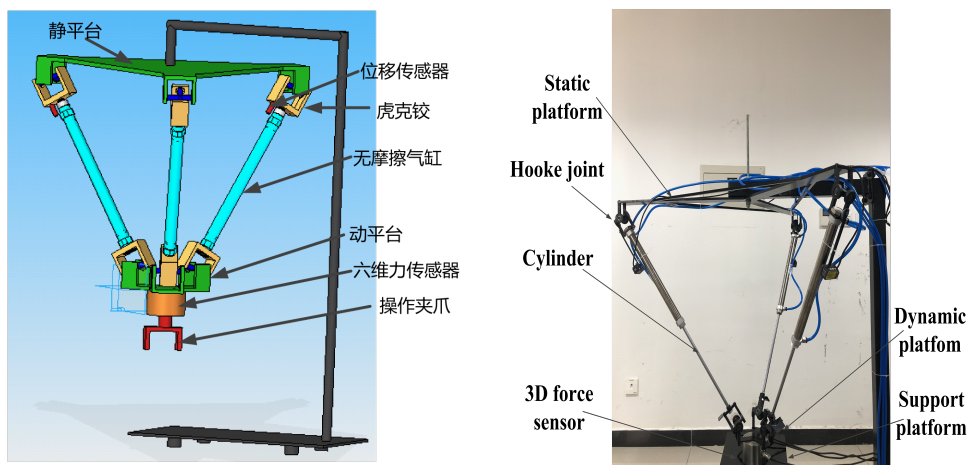


图1 机器人样机

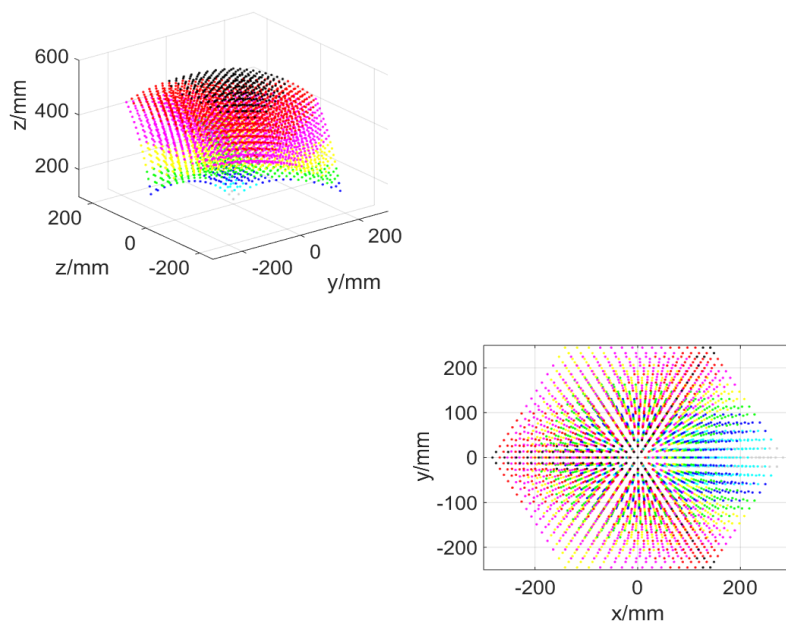


图2 机器人工作空间

3 技术创新点

- (1) 以金属间隙密封气缸作为驱动器，机器人具备结构简单、成本低廉、维护方便等优点；
- (2) 自抗扰控制器能够在保证系统稳定的前提下，提升控制精度与扰动估计误差收敛效果，同时兼有预期的动态性能；
- (3) 自适应阻抗控制可通过引入外界环境作用力和结合系统的力跟踪模型，依靠调整初始参考位置控制模型的稳态误差实现基于位置的机器人末端接触力实时控制。

4 性能指标对比

	ABB IRB 360-6/1600	气动并联搬运机器人
运动半径	800mm (高度 1100mm)	300mm (高度 600mm, 驱动器行程 300mm)
定位精度	0.1mm	0.5mm
运动速度	5-1000mm/s	5-1500mm/s
承载能力	6Kg	15Kg
柔性接触	/	可实现，接触力可调

注：ABB IRB 360-6/1600 是由 ABB 公司生产的 3 自由度平动并联机器人。

5 对接联系

联系人：刘昱（信息工程学院副教授）
 邮 箱：liuyu@bipt.edu.cn